

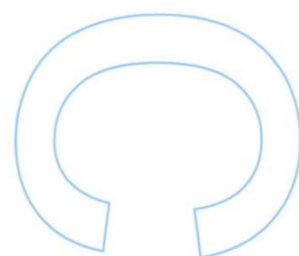
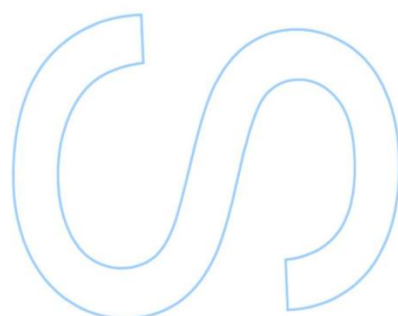
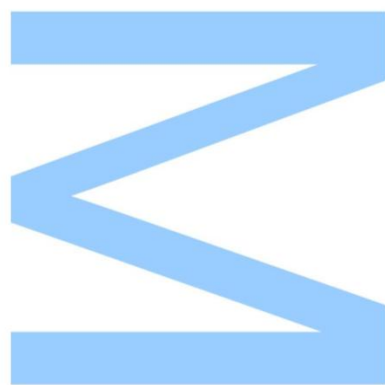


# O Vídeo na Atividade Laboratorial: Um Estudo Exploratório no 11º Ano

Helena M Lemos Beleza Sepúlveda Moreira  
Mestrado em Física e Química em Contexto Escolar  
Departamento de Química e Bioquímica  
2013

**Orientador**

João Carlos de Matos Paiva, Professor Doutor, FCUP





## Agradecimentos

Uma investigação desta natureza não se realiza sem a ajuda e participação de várias pessoas, cujas contribuições, por mais insignificantes ou eventuais que pareçam, não deixam de ser fundamentais por integrarem inevitavelmente o todo que agora se apresenta.

A minha gratidão direciona-se pois a todos os que me apoiaram, e sem pretender uma nomeação exaustiva, começava por agradecer ao meu orientador, Professor Doutor João Paiva, pela demonstração de confiança absoluta no meu trabalho e pelo incentivo constante e sempre entusiasta em todas as fases, nomeadamente no arranque de todo o processo.

Não posso deixar de expressar o meu reconhecimento ao Dr. Luciano Moreira pela sua disponibilidade e paciência na ajuda com o programa de tratamento de dados, pela sua perspicácia relativamente à análise das ideias e atitudes dos alunos entrevistados, pelas sugestões e apreciações críticas e criteriosas durante a discussão de resultados e pela sua simpatia e entusiasmo contagiante.

Ao Rui, ao Francisco e ao Diogo, pelo apoio e amor incondicional e pela paciência e incentivo constante nos momentos de mais desânimo ou de trabalho excessivo.

Finalmente aos meus alunos que, ao aceitarem participar numa dinâmica diferente e exigente, o fizeram de forma generosa e sincera, revelando-se essenciais no progresso desta investigação, já que foi por eles e para eles que a desenvolvi.



## Resumo

Numa sociedade tecnológica em constante mudança e renovação torna-se imprescindível adaptar as metodologias didáticas às exigências e expectativas dos jovens da nova geração, apetrechando-os das competências fundamentais para uma inserção plena e consonante com os requisitos do mercado atual. Nessa perspetiva, é imperativo que a educação em ciência desempenhe um papel impulsionador no desenvolvimento de capacidades cognitivas e processuais, recorrendo a estratégias inovadoras que estejam balizadas no quadro de referências dos jovens atuais.

Os vídeos educativos, e particularmente os que apresentam procedimentos experimentais, são referenciados como favoráveis à aquisição de competências práticas laboratoriais. No entanto, e entre outros fatores, é importante compreender o impacto do momento da sua visualização na qualidade da aprendizagem.

Neste estudo, sujeitou-se um grupo de alunos do 11º ano, que frequentavam a disciplina de Física e Química A, à visualização de um vídeo laboratorial, intitulado “Neutralização: Uma reação ácido base”, antes da execução prática da respetiva experiência. De seguida o outro grupo de alunos, pertencentes à mesma turma, realizou primeiro a atividade experimental e viu o filme posteriormente.

No sentido de averiguar qual seria o momento mais adequado para a apresentação do vídeo e de avaliar o seu impacto foram utilizados os seguintes instrumentos de recolha de informações: um guião de visualização do vídeo; a observação direta, através recolha de imagens fotográficas, de vídeo e de notas de campo durante a execução laboratorial; e a análise de entrevistas semiestruturadas individuais realizadas a alguns alunos de ambos os grupos. Recorreu-se a uma metodologia de investigação científica de cariz essencialmente qualitativo, sendo a análise das entrevistas realizada com recurso ao NVIVO-10.

Este estudo exploratório sugere que a visualização prévia do vídeo laboratorial favorece a estruturação da prática laboratorial, embora condicione e restrinja a livre exploração experimental e a autoaprendizagem, sendo este o momento para a apresentação do vídeo valorizado por alunos que manifestam conceções quantitativas da aprendizagem. Tendencialmente estes alunos adquirem mais competências processuais.

A visualização posterior encoraja a autoavaliação crítica e a monitorização do desempenho, promovendo um controlo sobre a aprendizagem. Este foi o momento valorizado por alunos que recorrentemente abordam o estudo de forma mais profunda e

são pró-ativos na construção do conhecimento. Tendencialmente estes alunos adquirem mais competências cognitivas.

Caberá ao professor, consciente de que a integração pedagógica de um recurso desta natureza se reveste de significados diferentes, selecionar qual o momento em que a sua aplicação será mais favorável em função do grau de desenvolvimento cognitivo dos alunos, da respetiva desenvoltura prática e da complexidade das técnicas envolvidas em cada uma das atividades laboratoriais a explorar.

## Abstract

In a technology based society that is constantly evolving and changing, it becomes essential to adapt the didactical methods to the demands and expectations of young men and women of new generations, providing them with core competences for a full and successful entry into today's labour market. With that in mind, it is fundamental that the education of scientific subjects plays a boosting role in the development of the cognitive and processing capabilities, using innovative strategies that fit into today's young generation references.

Educational videos, particularly those that present experimental procedures, are referenced as being favourable to the acquisition of practical competences in the laboratory; however, the moment at which they are visualized may be determinant of their success as a learning tool.

In this study, a group of 11th graders, enrolled in Physics and Chemistry A class, was subjected to the visualization of a laboratorial video called “Neutralization: An acid/base reaction” before the practical execution of the same experiment. The other group of students of the same class was subjected to the same video but after the experiment had already been performed in the laboratory.

The following information gathering instruments and techniques were used to understand what would be the most effective moment to show the video to the students: a script of the video; a direct observation of the students, photographic images and video collection and field note taking during laboratorial execution; furthermore, semi-structured interviews were conducted with some of the students of both groups and analysed. A mostly qualitative scientific methodology was used, as the interviews were analysed with NVIVO-10.

This exploratory study suggests that observation of the video previous to the laboratorial experiment works in favour of a better work structure from the students, although it was also shown to restrict freedom in laboratory experimentation and self-learning, thus being the observation moment that is valued by students that demonstrate a quantitative conception of learning. These students tend to acquire more procedural skills.

The later viewing encourages a more critical self-evaluation and a performance monitoring, promoting control over the learning process. This was the moment valued by students who recurrently discuss the study in more depth and are proactive in knowledge construction. There is a trend in the students subject to this procedure to acquire more cognitive competencies.

It is then the teacher's role, aware that pedagogical integration of such a learning tool can achieve different results, to select the best moment for its application, bearing in mind the current cognitive development stage of his students, their comfort with the practical execution of the experiments and the technical complexities involved in each one of the laboratorial activities that are to be explored in the class.



# Índice Geral

<b>Agradecimentos.....</b>	<b>III</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>V</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>VII</b>
<b>Índice Geral .....</b>	<b>IX</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>X</b>
<b>Índice de Esquemas .....</b>	<b>XI</b>
<b>Índice de Gráficos.....</b>	<b>XI</b>
<b>Índice de Quadros .....</b>	<b>XI</b>
<b>Índice de Tabelas.....</b>	<b>XI</b>
<b>CAPÍTULO 1 – Apresentação da Investigação.....</b>	<b>1</b>
1.1 Pertinência da investigação.....	1
1.2 Problema de investigação .....	2
1.3 Objetivos de investigação.....	2
1.4 Organização e estrutura da dissertação .....	2
<b>CAPÍTULO 2 - O Estado da Arte.....</b>	<b>5</b>
2.1 O trabalho laboratorial no ensino da Química.....	5
2.1.2 Orientações curriculares .....	5
2.1.2 Enquadramento CTSA.....	6
2.1.3 Potencialidades e constrangimentos.....	8
2.2 As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no contexto escolar .....	9
2.2.1 Generalidades .....	9
2.2.2 O vídeo educativo .....	12
2.3 A atividade laboratorial – “Neutralização: uma reação ácido base”.....	15
2.3.1 Enquadramento curricular no 11º ano.....	15
2.3.2 Competências do tipo conceituais, processuais e atitudinais .....	18
2.3.3 Conteúdos teóricos .....	20
2.3.4 Técnicas laboratoriais .....	34
2.3.5 Verdura, Segurança e Prevenção .....	37
<b>CAPÍTULO 3 – Caracterização do Recurso.....</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO 4 – Metodologia da Investigação .....</b>	<b>51</b>
4.1 Descrição do estudo.....	51
4.2 Participantes .....	54
4.3 Instrumentos de recolha de informações .....	54

<b>CAPÍTULO 5 – Apresentação, Análise e Discussão de Resultados .....</b>	<b>59</b>
5.1 Guião de visualização do vídeo laboratorial .....	59
5.2 Observação direta .....	62
5.3 Entrevista .....	64
<b>CAPÍTULO 6 – Conclusões e Reflexões Finais.....</b>	<b>73</b>
6.1 Conclusões .....	73
6.2 Limitações do estudo.....	77
6.3 Propostas para futuras investigações.....	78
<b>Bibliografia e Sites Consultados .....</b>	<b>81</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>85</b>
ANEXO I – PQV e Critérios de preenchimento da EV .....	86
ANEXO II – Planificação das Aulas para Aplicação do Recurso .....	89
ANEXO III – Protocolo Experimental / Advertências de Perigo .....	97
ANEXO IV – Autorização de Encarregados de Educação.....	102
ANEXO V - Guião de Visualização do Vídeo .....	103
ANEXO VI – Grelha de observação da aula laboratorial .....	107
ANEXO VII - Guião de Entrevista.....	109

## Índice de Figuras

Figura 2.1 – Reação de ionização do amoníaco .....	22
Figura 2.2 – Transferência de um ião $H^+$ para o $NH_3$ (Burton, 2000).....	22
Figura 2.3 – Escala de pH (Burton, 2000) .....	28
Figura 2.4 – Bureta .....	34
Figura 2.5 – Pipetas volumétricas .....	35
Figura 2.6 – Estrelas Verdes para a atividade laboratorial do 11º ano - AL 2.3 (Costa, 2011,p.86) .....	38
Figura 3.1 – Ecrã inicial do manual multimédia.....	41
Figura 3.2 – Seleção do Vídeo Laboratorial “Neutralização: uma reação ácido-base” .....	42
Figura 3.3 A – Reagentes .....	43
Figura 3.3 B – Materiais .....	43
Figura 3.4 – Manipulação do macrocontrolador .....	44
Figura 3.5 – Medição e transferência do titulado para o Erlenmeyer.....	44
Figura 3.6 A – Adição de indicador / Figura 3.6 B – Cor da solução com o indicador.....	45
Figura 3.7 A – Lavagem ; B e C – Enchimento ; D – Acerto e manipulação da torneira ...	45
Figura 3.8 – Técnica da titulação .....	46
Figura 3.9 A – Início da mudança de cor do indicador.....	47
Figura 3.9 B – Mudança completa da cor do indicador .....	47
Figura 3.10 – Leitura do volume final / Figura 3.11 – Ensaios realizados.....	48
Figura 5.1 – Visualização do vídeo e preenchimento do guião do T1 antes da execução laboratorial.....	60

Figura 5.2 – Visualização do vídeo pelo turno T2 após a execução laboratorial .....	60
Figura 5. 3 A – Execução laboratorial T1 (4:22) / Figura 5.3 B – Execução laboratorial T2 (8:22) .....	63

## Índice de Esquemas

Esquema 5.1 – Importância do momento de visualização do vídeo .....	69
Esquema 6.1 - Importância da visualização prévia <i>versus</i> visualização posterior.....	75

## Índice de Gráficos

Gráfico 2.1 – Curvas da titulação de 100,0 $cm^3$ de $HCl$ com $NaOH$ .....	33
Gráfico 5.1 – Avaliação percentual média por turnos.....	60
Gráfico 5.2 – Avaliação percentual média por grupos laboratoriais.....	61

## Índice de Quadros

Quadro 2.1 – Componente laboratorial – visão global, (M.E. 2003). .....	7
Quadro 2.2 – Características do vídeo como recurso didático, (Ramos, 2000).....	13
Quadro 2.3 – Materiais complementares à visualização do vídeo, (Ramos, 2000) .....	14
Quadro 2.4 – Questões exploratórias .....	16
Quadro 2.5 – Competências processuais, conceituais e atitudinais. (M.E. 2004) .....	19
Quadro 2.6 – Zonas de transições de indicadores ácidos (A) e básicos (B) a 18°C (Ohweiler, 1981) .....	30
Quadro 2.7 – $pH$ durante a titulação de 100,0 $cm^3$ de $HCl$ .....	32
Quadro 4.1 – Momentos da aplicação do recurso .....	53
Quadro 4.2 – Objetivos da entrevista.....	56

## Índice de Tabelas

Tabela 5.1 – Importância do vídeo na compreensão de conteúdos - Referências .....	66
---	----



# CAPÍTULO 1 – Apresentação da Investigação

## 1.1 Pertinência da investigação

A utilização das novas tecnologias de informação e comunicação é incontornável, pois, fazendo parte da vivência diária de todos, assumiu-se como instrumento indispensável não só em ambiente profissional ou de laser, mas também no meio académico.

A escola intervém e age no seio desta sociedade do conhecimento, tanto na operacionalização dos recursos e equipamentos tecnológicos existentes, na preparação e na formação contínua dos seus agentes educativos, como na elaboração de novos recursos passíveis de serem integrados na planificação como instrumentos pedagógicos.

Por outro lado, o trabalho laboratorial constitui-se como uma via para alcançar aprendizagens específicas e como ferramenta útil a uma metodologia de aquisição de competências por resolução de problemas, impondo-se com carácter obrigatório na planificação das disciplinas práticas, nomeadamente no ensino secundário e na componente de Química.

A conjugação dos fatores abordados, bem como a necessidade de utilizar estratégias diversificadas mas consentâneas com a imersão tecnológica das novas gerações, suscitou o aparecimento de uma série de recursos educativos que abordam os conceitos científicos e que têm como objetivo contribuir para o desenvolvimento de capacidades e destrezas laboratoriais. Estes podem apresentar-se sob várias formas, desde as simulações computacionais até aos vídeos de representação real. Contudo, a aplicação de um recurso não pressupõe, por si só, um aprofundamento de aprendizagens, podendo redundar simplesmente numa estratégia mais lúdica das práticas tradicionais de transmissão do saber.

Nesta conjuntura, a presente investigação pretende descobrir pistas sobre a forma e o momento mais apropriado para a apresentação de um vídeo laboratorial sobre uma titulação ácido base, de modo a potenciar aprendizagens significativas, a desenvolver competências e a promover a integração deste recurso na planificação como elemento pedagógico de apoio à atividade laboratorial.

Os resultados deste estudo em termos de análise do vídeo, da sua pertinência e utilidade, serão igualmente comunicados aos autores do recurso e à editora que o produziu.

## 1.2 Problema de investigação

A situação problemática que norteia este trabalho de investigação é esclarecer se os diferentes momentos de utilização de um vídeo experimental, a montante e a jusante da realização da respetiva atividade, potenciam de forma diferente o desenvolvimento de competências cognitivas e processuais, particularmente centradas nos conteúdos teóricos e nas técnicas laboratoriais subjacentes à execução experimental e assim identificar pistas sobre a relevância do momento de apresentação do vídeo laboratorial.

## 1.3 Objetivos de investigação

Na sequência da problemática apresentada, definiu-se o seguinte objetivo geral:

- Avaliar o processo de integração pedagógica de um vídeo laboratorial, no eixo estratégico da aula, identificando as suas potencialidades e limitações para o desenvolvimento de competências teóricas e práticas.

Especificamente, pretendeu-se:

- Avaliar se a integração do vídeo laboratorial em momentos distintos, isto é, a montante e a jusante da realização da respetiva atividade, potencia de forma diferente o desenvolvimento de competências cognitivas e processuais, particularmente centradas nos conteúdos teóricos e nas técnicas laboratoriais subjacentes à execução experimental.
- Avaliar as atitudes e crenças dos alunos face às práticas de integração pedagógica de vídeos e, nomeadamente, face à estratégia didática implementada na aula.

## 1.4 Organização e estrutura da dissertação

A presente dissertação desenvolve-se em seis capítulos, incluindo este introdutório que expõe a pertinência da investigação, a questão problemática que a orienta e os objetivos definidos, assim como a respetiva organização e estrutura.

No segundo capítulo apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre os temas de algum modo relacionados com os pressupostos que orientam este estudo. Contextualiza-se o trabalho laboratorial à luz das diretivas provenientes do Ministério da Educação; revê-se a utilidade das tecnologias de informação e comunicação numa perspetiva integradora e conciliadora entre todos os protagonistas do cenário escolar; e, finalmente

apresentam-se os conceitos teóricos e técnicos subjacentes à atividade laboratorial que vai ser analisada. O capítulo termina com uma breve, mas importante, referência aos aspetos ecológicos, de segurança e de prevenção inerentes ao trabalho experimental realizado.

O terceiro capítulo descreve pormenorizadamente o recurso utilizado, apresentando imagens comentadas retiradas dos trechos considerados mais significativos do vídeo laboratorial.

O quarto capítulo é dedicado à apresentação da metodologia da investigação, onde se refere como foi orientada a aplicação do recurso, quais os participantes envolvidos e as características dos instrumentos de recolha de informações.

No quinto capítulo expõem-se os resultados e informações retiradas de cada um dos instrumentos de recolha através de quadros, tabelas, gráficos e esquemas, analisando-os de forma predominantemente qualitativa. A análise dos resultados é discutida e comentada tentando encontrar interdependências que permitam tirar algumas conclusões dentro do âmbito e das limitações deste estudo. As conclusões e reflexões finais são apresentadas no sexto capítulo, assim como algumas sugestões de continuidade decorrentes desta investigação e as principais limitações encontradas durante o decurso de todo o processo.

.





## CAPÍTULO 2 - O Estado da Arte

### 2.1 O trabalho laboratorial no ensino da Química

#### 2.1.2 Orientações curriculares

O atual estado da educação é uma das grandes preocupações da nossa sociedade. Investe-se muito nesta atividade tão necessária e, no entanto, nota-se uma espécie de desconcerto geral perante os resultados nem sempre positivos que se vão conseguindo.

Em meados do século XX, pensou-se que a democratização do ensino viesse pôr cobro a grande parte dos problemas sociais e humanos. Para esta corrente de pensamento, o mal dos povos era determinada pela ignorância e falta de alfabetização que encarcerava as populações na falta de iniciativa e na estagnação. Consequentemente, surge uma tentativa generalizada de aumentar a taxa de circulação social, proporcionando igualdade de oportunidades para todos, com uma medida ideológica e política que correspondia a um alargamento da escolaridade obrigatória (Perrenoud, 2002).

A massificação do ensino não gerou imediatamente uma melhoria na educação dos povos, nomeadamente no que se refere à literacia científica, já que a ênfase do ensino das ciências centrava-se na transmissão oral de conteúdos científicos pelo professor, reduzindo-se o aluno a um papel passivo de simples recetor. Assiste-se então a uma mudança de paradigma relativamente à aprendizagem dos processos da ciência ao tentar implementar o método experimental de aprendizagem através da descoberta que teve como aspetos positivos o aumento da motivação e o envolvimento de um maior número de alunos. No entanto, esta tentativa resultou de certa forma fracassada, pois acabou por se materializar numa aprendizagem demonstrativa de processos e de conteúdos, sem se fundamentar na articulação entre estes e a bagagem cognitiva do aluno, através da aplicação de receituários, mais ou menos complexos, orientados pelo professor.

Novas propostas de reformas curriculares surgem então defendidas por vários investigadores no sentido da *(re)conceitualização do trabalho experimental, como uma atividade de natureza investigativa, uma atividade cooperativa de resolução de problemas, na interface ciência / tecnologia / sociedade / ambiente* (Almeida, 2001, p70 ).

Esta reforma veio potenciar alterações e ajustes não só na matriz curricular do ensino secundário, como também na contextualização dos conteúdos programáticos e na formação de professores.

Passando para uma apreciação em concreto, em março de 2001 é homologado o novo programa de Física e Química A para o ensino secundário, cujas finalidades educativas e formativas *apresentam como intenção final uma consolidação de saberes no domínio científico que confira competências de cidadania, que promova igualdade de oportunidades e que desenvolva em cada aluno um quadro de referências, de atitudes, de valores e de capacidades que o ajudem a crescer a nível pessoal, social e profissional.* (M.E, 2003, p.6)

### 2.1.2 Enquadramento CTSA

A compreensão da ciência e da tecnologia não pode ser efetiva sem se entender verdadeiramente quais as relações entre elas e as consequentes implicações na sociedade. De forma complementar, os acontecimentos sociais tendem a ajustar e redefinir os próprios objetivos da ciência e da tecnologia mas também, e de acordo com princípios de sustentabilidade ecológica, será necessário não excluir desta equação as implicações ambientais decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos. Assim, a aprendizagem científica não poderá divorciar-se do seu papel orientador e formador, pelo que esta nova reforma curricular propõe o conhecimento em ação “por ensino CTSA”, (Ciência, Tecnologia e Sociedade e Ambiente), possibilitando assim ao aluno assumir um papel crítico e criterioso que lhe permita tomar decisões pessoais e profissionais de acordo com este quadro de referência.

A visão externa da ciência como parte integrante da cultura do nosso tempo, estrutura-se na sociedade e, por isso, importará torná-la acessível a todos os indivíduos conforme as respetivas necessidades e papéis sociais. Esta visão encontra-se organizada em volta de duas ideias principais explanadas no documento oficial do programa de Física e Química A para o ensino secundário. (M.E., 2003, p.7)

*1. A compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade requer o recurso à interdisciplinaridade com vista a conciliar as análises fragmentadas que as visões analíticas dos saberes disciplinares fomentam e fundamentam. As visões disciplinares serão sempre complementares.*

*2. Escolhem-se situações-problema do quotidiano, familiares aos alunos, a partir das quais se organizam estratégias de ensino e de aprendizagem que irão refletir a necessidade de esclarecer conteúdos e processos da Ciência e da Tecnologia,*

*bem como das suas inter-relações com a Sociedade, proporcionando o desenvolvimento de atitudes e valores. A aprendizagem de conceitos e processos é de importância fundamental mas torna-se o ponto de chegada, não o ponto de partida.*

Uma abordagem CTSA dos conteúdos programáticos, principalmente daqueles que mais se relacionam com atividades laboratoriais e de acordo com estas orientações, deverá abarcar grandes temas-problema da atualidade como contextos relevantes para o desenvolvimento e aprofundamento dos conceitos, favorecendo uma metodologia centrada na resolução de problemas por via experimental (M.E., 2003)

Saliente-se que, nesta perspetiva, as atividades práticas de sala de aula ou de laboratório devem ser entendidas como vias para alcançar aprendizagens específicas e não como algo que se executa após o desenvolvimento dos temas num formato expositivo. Pretende-se pois, que a filosofia subjacente aos programas migre da lógica da “Instrução em Ciência” para a lógica da “Educação Científica”, apoiando-se numa visão mais voltada para o exterior pela contextualização dos conceitos tratados, nomeadamente nas aulas laboratoriais.

As orientações emanadas do ministério da educação relativamente ao ensino formal das ciências experimentais passam por um esclarecimento prévio quanto à terminologia associada a cada atividade e que se resume no seguinte quadro:

Quadro 2.1 – Componente laboratorial – visão global, (M.E. 2003).

<b>Atividade Prática (AP)</b>	<b>Atividade Laboratorial (AL)</b>	<b>Trabalho Experimental (TE)</b>
Tarefas realizadas pelos alunos manipulando recursos e materiais diversificados, dentro ou fora da sala de aula	Trabalho prático realizado em laboratório, individualmente ou em grupo	Trabalho prático que envolva manipulação de variáveis, seja na forma de experiência guiada, seja em formato investigativo.

O trabalho experimental poderá ou não ser do tipo laboratorial, assim como o trabalho laboratorial poderá ou não ser do tipo experimental, mas com a aplicação pedagógica de qualquer uma das três vertentes pretende-se que o aluno encontre resposta a questões problemas, estabeleça conexões entre a teoria e a prática e explore resultados que lhe permita confrontar as sua próprias representações com a realidade.

Neste contexto, é fundamental que antes da realização de qualquer processo prático / laboratorial / experimental, o professor se assegure de que os alunos entenderam qual a situação problemática a resolver e quais os objetivos da atividade, de modo a que possam participar na sua planificação, na identificação de grandezas a medir e a controlar, na seleção dos materiais e equipamentos necessários e na identificação de regras de segurança pessoal e ambientais envolvidas.

### 2.1.3 Potencialidades e constrangimentos

A metodologia proposta pelos novos programas é de facto aliciente e é inegável que a contextualização da Física e da Química na sociedade como ferramenta útil para a resolução de problemas, tornou o tratamento dos temas programáticos muito mais atrativo e motivante a nível de sala de aula. Contudo, esta abordagem é mais exigente em termos de preparação de aulas dado que, se por um lado aumenta o interesse dos alunos, já que encontram serventia prática nos conteúdos lecionados, por outro lado obriga a uma pesquisa mais aprofundada e contextualizada por parte do professor. É, de facto, muito mais fácil adotar uma atitude exclusiva, repetitiva e passiva que serve a todos e para tudo e mesmo os próprios alunos nem sempre estão dispostos a por a “mão na massa”. No entanto, aprender por reprodução passiva do saber transmitido não desenvolve as competências cognitivas necessárias à integração tecnológica e social na perspetiva CTSA, pelo que os novos programas, com a vertente experimental bem explícita e exequível vieram dar uma nova abrangência aos conceitos, contextualizando-os.

Um estudo realizado por Santos (2002) compara o trabalho experimental apoiado num protocolo pré definido com o trabalho experimental de investigação, no que se refere às vantagens apontadas por alunos e professores, para cada tipo de trabalho e às competências mobilizadas. Esse estudo permitiu concluir que o principal gerador de dificuldades sentidas pelos alunos é precisamente o tipo de trabalho experimental – género receituário – que estavam habituados a realizar, não tendo por isso desenvolvido até aí competências no campo conceptual e processual que lhes permitisse a articulação entre esses dois campos e as competências necessárias para a deteção de problemas, formulação de hipóteses, para a concretização experimental e finalmente para a elaboração de conclusões. Atribuem a responsabilidade do défice no desenvolvimento dessas competências ao excessivo peso orientativo e castrador associado ao trabalho laboratorial com protocolo pré definido.

Alunos e professores envolvidos nesse estudo referem também, outras limitações ao desenvolvimento do método investigativo relacionadas com as condicionantes

escolares e curriculares, nomeadamente a falta de material, de espaço, de tempo pela necessidade de cumprir os programas em função da avaliação final, a excessiva carga horária dos alunos e o elevado número de alunos por turma. Todavia, a metodologia de resolução de problemas por via experimental foi também apontada como motivadora e desafiadora, particularmente no que concerne à utilização e desenvolvimento de competências como a imaginação, a criatividade, o raciocínio e a auto confiança; pilares fundamentais onde assentam a formação científica e pessoal absolutamente necessárias para que o jovem possa integrar ativa e responsavelmente a sociedade em que vivemos.

Como implicações pedagógicas do estudo, a autora recomenda vivamente a utilização do trabalho experimental de investigação mas articulado com os vários tipos de trabalhos experimentais, dependendo dos objetivos que se pretende atingir, sem abusar das atividades exclusivamente manipulativas, as quais como já referimos, desenvolvem apenas competências práticas.

*Aprender ciência é mais do que aprender técnicas. É necessário alterar as práticas de modo a que deixem de ser meros exercícios de verificação ou de ilustração de conhecimentos e a que passem a constituir verdadeiras situações problemáticas abertas.* (Santos, 2002, p.176).

Neste sentido, cabe à escola enquanto instituição e ao professor, enquanto gestor deste processo, a dinamização de recursos materiais e formativos, os quais associados a uma reflexão auto crítica conjunta de práticas pedagógicas, possibilitem aos alunos uma preparação efetiva em consonância com as exigências do mercado profissional atual.

Uma prática reflexiva sobre as formas de ensino aprendizagem numa sociedade tecnológica em evidente desenvolvimento não ficaria completa sem uma abordagem às tecnologias de informação e às respetivas potencialidades no âmbito escolar, nomeadamente na medida em que complementam e permitem facilitar a aquisição de conceitos por resolução de problemas, acedendo a laboratórios virtuais, a simulações computacionais ou a vídeos educativos, por exemplo.

## 2.2 As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no contexto escolar

### 2.2.1 Generalidades

Uma abordagem sobre as TIC em contexto escolar terá de ser necessariamente sintética, atendendo à complexidade do tema e à abundância bibliográfica. Neste

contexto, far-se-á apenas uma visita aos aspetos mais determinantes no âmbito deste trabalho.

A par da democratização, da consequente massificação da escola e da emergência do desenvolvimento de capacidades investigativas nos alunos, surge a acessibilidade ao computador pessoal com inúmeras implicações em diversos campos científicos e educacionais na sociedade de forma geral.

A ciência da computação forneceu, assim, um suporte para a Revolução Digital, dando origem à Era da Informação. A escola foi-se moldando e adaptando, de forma a acompanhar o processo evolutivo de uma sociedade digital em constante mutação, com as consequentes implicações não só ao nível institucional, mas também ao nível de recursos humanos, materiais e curriculares.

A escola deixou de ser o meio privilegiado de comunicação da informação e de conhecimentos, tendo-se colocado numa posição complementar relativamente aos meios de comunicação emergentes, consolidando-se numa abrangência mais alargada do que a simples transmissão passiva do saber.

Os meios e as tecnologias de comunicação em constante expansão são cada vez mais atrativos, não só em termos de acessibilidade e complexidade, mas também no que concerne à sua pertinência e ao conceito “*user friendly*”. Consequentemente, não é de estranhar que detenham a preferência dos jovens contemporâneos para a sua utilização em detrimento do papel e do lápis, da carta escrita e da monotonia de uma aula mais expositiva. Estes jovens, apelidados por “*zap generation*” – como salienta Moraes (2007) – já nasceram e cresceram fazendo parte integrante da era digital. Para eles, os vários equipamentos de comunicação digital, como o “*iphone*”, o “*ipad*” o computador portátil, etc, são utensílios tão comuns como eram para os seus avós a lousa e o giz. Habituarão-se desde muito novos a uma convivência íntima com estes instrumentos, recebendo “*inputs*” e “*outputs*” à velocidade da luz e à distância de um “*click*”. Moraes (2007), salienta a necessidade compulsiva de comunicar deste grupo geracional e que, sendo imensa a quantidade e qualidade de informação disponibilizada, impõem-se como objetivo educacional levar os alunos a adquirirem uma atitude crítica e criteriosa na seleção de conteúdos pedagógicos e científicos com que são bombardeados:

*Mais do que ensinar, é necessário educar para a auto aprendizagem* (Moraes, 2007, p.330).

Sob pena de se tornar obsoleta, retrograda e até inútil, a escola tem de se adaptar a esta verdadeira explosão informática e de inovação tecnológica, adaptando e flexibilizando as suas práticas, não só de acordo com as exigências dos alunos, mas também com as necessidades do mercado de trabalho onde vão integrar. Como refere Moraes & Paiva (2006, p.1), *a sobrevivência das escolas dependerá da sua capacidade*

*(...) de proporcionarem a todos entradas e saídas que se adaptem às alternâncias dos tempos de formação e de produção.*

Também Paiva (2003), refere vantagens da utilização das tecnologias de informação não só ao nível da atitude positiva dos pais face à prática crescente do uso do computador para estudar, mas sobretudo porque, sendo os professores promotores das aptidões tecnológicas dos alunos, principalmente nos níveis de escolaridade mais baixos, a escola tende a exercer, *por via da tecnologia, uma função de niveladora de diferenças sociais.* (p. 71).

No entanto, o enquadramento tecnológico das práticas educativas não deverá redundar num reforço da metodologia mais tradicional, pelo que a formação e a especialização do professor, bem como a adesão da equipa de trabalho e da própria instituição escolar é fundamental, não apenas na construção e implementação de recursos educativos e equipamentos como também na inclusão de objetivos bem claros e definidos no Projeto Educativo da escola.

A inserção das tecnologias de informação tem vantagens óbvias, já que proporcionam ao jovem a inserção num meio onde se sente confortável. No entanto, apresenta igualmente alguns constrangimentos que se prendem, por exemplo, com a gestão de recursos e de tempo, com a necessidade de conhecimento e de apetrechamento tecnológico e, essencialmente, com a elaboração de recursos educativos fomentadores da aprendizagem por descoberta que potenciem o desenvolvimento do raciocínio e do pensamento construtivista, em detrimento da utilização de metodologias tipo receituário, ainda que virtuais.

A utilização abusiva das tecnologias de informação pode, por outro lado, ser contraproducente quer no que se refere ao trabalho extra associado à exploração e elaboração de cada um dos recursos, quer no concernente à dependência digital inerente ao processo.

Um estudo recente (Paiva 2012) mostra que se por um lado, os estudantes e as famílias valorizam a utilização do computador, a facilidade de acesso à informação e a integração pedagógica e social das tecnologias de informação, por outro, a sua utilização excessiva e praticamente exclusiva pode gerar *uma certa superficialidade na forma de estar e de ser (... ) e da qualidade no aprofundamento da reflexão* (ib., p. 93).

O autor defende que não se pode descartar liminarmente a utilização das tecnologias de informação e comunicação, como sugerem algumas fações mais fundamentalistas, mas que a tónica deve ser colocada na procura do equilíbrio justo entre o uso das tecnologias, a sua implementação e a consciencialização do verdadeiro alcance das suas potencialidades.

Assim, mantendo uma atitude positiva, uma disponibilidade relativa e um bom relacionamento com todos os intervenientes, quer humanos, quer tecnológicos e, ao mesmo tempo, complementando o ensino mais tradicional, com a utilização oportuna de metodologias inovadoras, não relevando a vertente mais empática da relação humana, o resultado só poderá ser uma clara progressão quer no ritmo de aprendizagem quer na adesão por proximidade do formando que se identificará facilmente com a identidade geracional proporcionada pela aplicação em sala de aula destas novas tecnologias.

Nessa perspetiva, o vídeo educativo surge como uma ferramenta que poderá proporcionar aos alunos uma forma de aprendizagem alternativa mais significativa e motivadora.

### 2.2.2 O vídeo educativo

Acompanhando o desenvolvimento tecnológico, os meios áudio visuais sofrem continuamente um aperfeiçoamento significativo e crescente, não só em termos de qualidade, da disponibilidade de equipamentos de produção / reprodução e da facilidade de manuseamento, mas também em termos de acessibilidade a trabalhos realizados por vários autores e partilhados via *internet*.

Assim, o vídeo educativo constitui-se como uma fonte de interesse para os nossos jovens pois funde o lazer com a aprendizagem e com o desenvolvimento de capacidades intelectuais, potenciando a imaginação e a partilha de experiências em família, na sala de aula ou entre pares mesmo que fisicamente distantes.

Os vídeos educativos, não podendo substituir o professor, têm uma função facilitadora da aprendizagem uma vez que possibilitam a apresentação de situações, que seriam de difícil descrição oral mesmo com o apoio de imagens, nomeadamente situações laboratoriais envolvendo riscos de segurança ou outras que descrevem fenómenos microscópicos como, por exemplo, trocas iónicas em reações químicas (vídeos de animações).

Este tipo de atividade laboratorial, virtual ou não, apresenta outras vantagens inquestionáveis além das questões de segurança já referidas, como por exemplo (Carvalho et al., 2012):

- a possibilidade de executar / visualizar determinada experiência mesmo quando o material laboratorial não se encontra disponível em laboratório.
- permite a recolha e tratamento de dados repetidamente sem envolver custos acrescidos.
- permite a interpretação de dados reais e atualizáveis na *internet*, aproximando o laboratório do mundo real.



- os modelos usados conduzem a resultados espetáveis de acordo com o fundamento teórico subjacente à experiência.
- permite direcionar os alunos para as questões mais conceptuais pois não ficam demasiado concentrados nos aspetos procedimentais inerentes à execução laboratorial.

Todavia, algumas destas vantagens tornam-se contraproducentes na medida em que o uso excessivo de atividades virtuais pode gerar não só confusões entre os modelos utilizados como representação da realidade e a própria realidade, mas também deturpar a visão sobre a construção da ciência e das competências necessárias para o fazer.

Ramos (2000) considera que o vídeo didático por ser de fácil manutenção e de baixo custo, apresenta imensas potencialidades e aplicações em diversos momentos do processo educativo resumidos no seguinte quadro:

Quadro 2.2 – Características do vídeo como recurso didático, (Ramos, 2000).

<b>Vídeo como meio de observação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Observação de alunos e do professor como meio de auto avaliação e auto correção.</li> <li>➤ Registo de dados e imagens em processos de investigação.</li> </ul>
<b>Vídeo como meio de expressão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Expressão da aprendizagem dos estudantes produzindo os seus próprios filmes.</li> <li>➤ Expressão e apoio à apresentação de trabalhos académicos ou de investigação.</li> </ul>
<b>Vídeo como meio de auto aprendizagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Meio didático complementar ao currículo.</li> <li>➤ Meio de ensino à distância e ocupacional.</li> <li>➤ Permite interação em função do ritmo de aprendizagem pessoal e das dificuldades de compreensão.</li> </ul>
<b>Vídeo na sala de aula</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Apoio complementar ao professor para ilustrar a explicação através de imagens (não estáticas) e som.</li> <li>➤ Instrumento de transmissão de conhecimento e de informação.</li> <li>➤ Gravação de práticas laboratoriais.</li> </ul>
<b>Vídeo como objeto de investigação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aquisição de conhecimentos de natureza tecnológica.</li> <li>➤ Análise, constituição e funcionamento de mecanismos, máquinas, equipamentos e processos operativos de funcionamento.</li> </ul>

A visualização de um vídeo não implica de “*per si*” que o aluno retenha e compreenda a informação visualizada e portanto o professor deverá elaborar uma estratégia didática que garanta o êxito do vídeo como ferramenta de ensino aprendizagem. De igual forma, os meios áudio visuais utilizados como recursos didáticos não se esgotam por si próprios, a sua força e impacto complementam a do professor que poderá acrescentar mais alguns recursos similares ou de origem distinta. Estes materiais

têm uma utilidade fundamental quando os temas a tratar são de difícil explicação por serem demasiado abstratos ou complexos ou por necessitarem de uma sistematização subsequente à explicação (Ramos, 2000). O autor apresenta alguns exemplos de materiais complementares que poderão servir a esse fim, isoladamente ou em conjunto, e que se resumem no quadro seguinte:

Quadro 2.3 – Materiais complementares à visualização do vídeo, (Ramos, 2000)

<b>Materiais complementares</b>	<b>Finalidades</b>
Apontamentos	Completam e esclarecem alguns aspetos do vídeo.
Fichas de apontamentos cegos	Para os alunos completarem enquanto visualizam o filme.
Guiões de visionamento	Onde de salientam os objetivos programáticos que deverão ficar claros após o visionamento.
Materiais práticos / Coleções didáticas	Materiais que os alunos seguram na mão enquanto visualizam a sua utilidade prática.
Transparências ou diapositivos	Introdução e resumo do tema em estudo. Clarificar, recapitular ou reforçar aspetos mais relevantes através de imagens retiradas do vídeo Esquema síntese do tema abordado

Após esta reflexão infere-se que a utilização de um vídeo sobre a realização de uma atividade experimental poderá constituir uma mais valia na compreensão, não só na sequência das varias etapas de trabalho experimental e no manuseamento dos diversos materiais e equipamentos, mas também na compreensão do(s) fenómeno(s) associados aos conteúdos programáticos, principalmente se houver uma preocupação na produção e utilização de materiais complementares que potenciem a interpretação e sistematizem esse conteúdos.

Não se pretende de forma alguma substituir a execução prática, absolutamente fundamental para a aquisição de determinadas competências processuais, no entanto a apresentação do vídeo laboratorial previamente à ida ao laboratório para demonstrar determinada técnica, para prevenir questões de segurança, para preparar a atividade na sua globalidade ou a sua visualização posterior à realização laboratorial de modo a sistematizar, recordar, concluir e interpretar, poderá ser uma estratégia motivadora que promove a literacia científica e digital, a aprendizagem significativa e o gosto pela Ciência.

## 2.3 A atividade laboratorial – “Neutralização: uma reação ácido base”

*As principais razões do sucesso nas atividades experimentais de Física e de Química são a melhor compreensão da teoria e a explicação adequada pelo docente da teoria antes e depois da experiência.*

(Martins 2005, p.17)

### 2.3.1 Enquadramento curricular no 11º ano

A atividade laboratorial “Neutralização: uma reação ácido base”, surge enquadrada no programa oficial do ensino secundário para a disciplina de Física e Química A do 11º ano de escolaridade, na componente de Química Unidade 2 - Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra e na subunidade 2.2 - Águas minerais e de abastecimento público: a acidez e a basicidade das águas.

Como salientam os autores do programa (ME, 2004), as soluções aquosas são excelentes contextos para a abordagem de vários conceitos químicos, nomeadamente as reações ácido base e as neutralizações, numa perspetiva CTSA:

- **Ciência (C)** – Neutralizações: reações ácido base; Indicadores ácido base; Titulação; Curvas de titulação ácido forte – base forte.
- **Tecnologia (T)** – Utilização de material e equipamentos de determinação de pH; Utilização de técnicas de determinação de acidez; Tratamento de dados e divulgação de conclusões com utilização das TIC.
- **Sociedade (S)** – Implicações sociais da acidez das águas na fauna, na flora, nas estruturas metálicas, nos materiais calcários e na qualidade de vida humana.
- **Ambiente (A)** – Implicações ambientais devido à industrialização e à utilização de combustíveis fósseis relativamente ao excesso de óxidos de azoto e de carbono e à consequente produção de chuvas ácidas; Tratamento e eliminação de resíduos industriais e laboratoriais.

A ação humana pode perturbar consideravelmente o ciclo hidrológico natural. A procura aumenta mais depressa do que a capacidade de reposição pelo ciclo hidrológico natural pois, para além de gastarmos água, e de a desperdiçarmos, também poluímos.

A faculdade de regeneração natural das águas doces ou auto depuração é definida como a faculdade que um rio, troço de rio ou um lago tem de absorver, sem dificuldade, uma determinada carga de poluição e de assegurar a destruição ou a mineralização dos

elementos poluentes. A poluição da água pode ter origens diversificadas e manifestar-se de diferentes maneiras:

- **Poluição biológica** – provocada por microorganismos patogénicos que podem provocar doenças e até a morte.
- **Poluição térmica** – provocada por aquecimento da água através de descargas de águas residuais usadas em processos de arrefecimento em indústrias e centrais térmicas.
- **Poluição química** – provocada pela presença de produtos químicos prejudiciais.

Para introduzir o estudo das reações de neutralização sugere-se uma discussão e reflexão prévia sobre uma questão problema relacionada com a situação de escassez mundial de água potável devido à ação antropogénica, seguida de questões exploratórias que direcionem o aluno no sentido do reconhecimento da necessidade do tratamento e da neutralização do efeito da variação do pH das águas.

A situação problemática proposta, como por exemplo aquela que se segue, deverá conduzir a um levantamento e registo de possíveis respostas a partir das quais o professor, além de direcionar a reflexão no sentido do conteúdo químico envolvido, poderá igualmente aperceber-se das conceções alternativas que os alunos possam ter sobre este tema.

A questão e o quadro seguintes apresentam uma possível concretização desta abordagem, sendo que as questões exploratórias apenas traduzem uma estrutura que deve ser dinâmica e auto ajustável em função das próprias respostas dos alunos:

**Questão Problema:** Numa estrada pavimentada, ocorreu o despiste de um caminhão que transportava ácido clorídrico concentrado. Parte da sua carga fluiu para um lago de água não poluída.

#### Quadro 2.4 – Questões exploratórias

Questões exploratórias	Respostas possíveis
Quais as consequências deste acidente?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mortandade de peixes acima da normal no local do derrame de ácido e nas suas proximidades;</li> <li>- <b>Variação do pH em função da distância e da direção da corrente de água;</b></li> <li>- Danos permanentes na qualidade das suas águas;</li> <li>- Aumento momentâneo da temperatura da água no local do derrame.</li> <li>- ...</li> </ul>

Como proceder para anular as consequências apresentadas?	<b>- Misturar uma substância que anule os efeitos do ácido;</b> - Tentar recolher o ácido derramado; - Tentar diluir o ácido; - ...
Que substância que se deve adicionar?	<b>- Adicionar uma substância alcalina;</b> - Adicionar mais água; - ...
O que acontece quando se adiciona uma à outra?	- A água do lago fica menos ácida; - A água do lago fica quimicamente neutra; - A água do lago fica com caráter alcalino; - ...
Que quantidade de substância se deve adicionar?	- Uma quantidade igual àquela que foi derramada; - Uma quantidade superior àquela que foi derramada; - A quantidade depende da concentração da substância derramada e da concentração da substância adicionada; - ...

Após a discussão e sistematização de ideias, os alunos serão confrontados com uma outra situação laboratorial onde é necessário tratar e eliminar resíduos de ácidos ou de bases de modo a que não causem problemas ambientais ao serem despejados. Sugerem-se aos alunos as seguintes questões propostas no documento do GAVE (M.E. 2004, p. 43):

*Como neutralizar resíduos de ácidos/bases do laboratório de química da escola?*

*Como identificar se os resíduos são de um/uma ácido/base forte?*

*Como determinar a concentração inicial em ácido?*

O debate poderá ser orientado no sentido da elaboração de um protocolo experimental que permita:

- Identificar o caráter químico de resíduos ácidos ou básicos.
- Determinar a concentração de um ácido.
- Neutralizar ácidos ou bases.

A realização da atividade laboratorial deverá permitir ao aluno:

- Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação com material, equipamento, ácidos e bases.
- Conhecer processos para neutralizar resíduos de ácidos/bases.

- Realizar tecnicamente uma titulação.
- Selecionar indicadores adequados à titulação entre um ácido forte e uma base forte de acordo com a zona de viragem do indicador e a variação brusca do pH na curva de titulação.
- Determinar graficamente o ponto de equivalência e compará-lo com o valor teoricamente previsto.
- Identificar um ácido forte através da curva de titulação obtida usando uma base forte como titulante.
- Determinar a concentração do titulado a partir dos resultados, nomeadamente os extrapolados da curva de titulação.

Pretende-se que os conceitos envolvidos nesta atividade laboratorial sejam relacionados de acordo com o seguinte diagrama (M.E. 2004, p. 45):

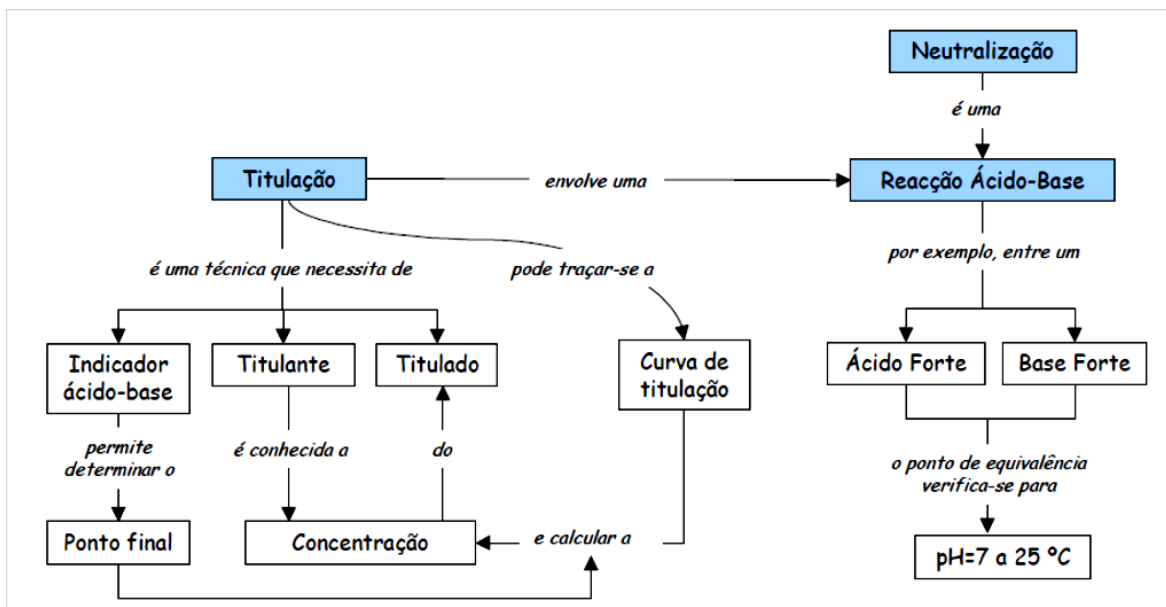


Diagrama 2.1 – Organização dos conceitos químicos (M.E. 2004, p. 45)

### 2.3.2 Competências do tipo conceituais, processuais e atitudinais

No quadro seguinte apresenta-se um resumo das competências a desenvolver pelos alunos durante a planificação e execução de uma atividade prática e que se relacionam diretamente com a atividade A.L. 2.3 – Neutralização: Uma reação ácido base.

Quadro 2.5 – Competências processuais, conceituais e atitudinais. (M.E. 2004)

<b>Competências do tipo Processual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Selecionar material de laboratório adequado a realização de uma titulação do ácido clorídrico com uma solução padrão de hidróxido de sódio.</li> <li>➤ Construir uma montagem laboratorial a partir de uma descrição ou da visualização de um filme da experiência.</li> <li>➤ Identificar o material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização e a respetiva função.</li> <li>➤ Manipular com correção e respeito por normas de segurança o material e equipamento.</li> <li>➤ Recolher, registar e organizar dados e observações (quantitativos e qualitativos) obtidos, nomeadamente em forma gráfica.</li> <li>➤ Executar, com correção, técnicas de titulação previamente ilustradas ou visualizadas no filme.</li> <li>➤ Exprimir o resultado da concentração do ácido clorídrico com um número de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência e afetado da respetiva incerteza absoluta.</li> </ul>
<b>Competências do tipo Conceitual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Planear uma titulação ácido base para dar resposta à questão problema</li> <li>➤ Analisar dados recolhidos à luz do conceito de pH e da teoria de neutralização ácido base de Bronsted e Lowry.</li> <li>➤ Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida.</li> <li>➤ Discutir os limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, aos instrumentos e à técnica utilizada (indicador ácido base).</li> <li>➤ Reformular o planeamento de uma experiência a partir dos resultados obtidos.</li> <li>➤ Identificar parâmetros que poderão afetar a determinação do ponto de equivalência e planificar modo(s) de os controlar.</li> <li>➤ Formular uma hipótese sobre o efeito da variação da concentração da solução padrão ou da variação do indicador.</li> <li>➤ Elaborar um relatório sobre a atividade experimental realizada.</li> <li>➤ Interpretar simbologia de uso corrente em Laboratórios de Química (regras de segurança de pessoas e instalações, manipulação de reagentes e eliminação de resíduos).</li> </ul>
<b>Competências do tipo Atitudinal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desenvolver o respeito pelo cumprimento das normas de segurança: gerais, pessoais e de proteção ambiental.</li> <li>➤ Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos.</li> <li>➤ Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação.</li> <li>➤ Refletir sobre pontos de vista contrários aos seus.</li> <li>➤ Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final</li> <li>➤ Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes</li> <li>➤ Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.</li> </ul>

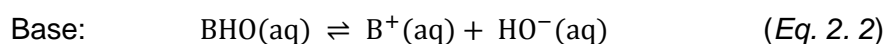
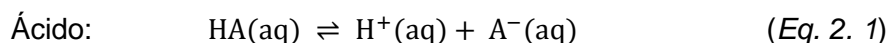
### 2.3.3 Conteúdos teóricos

#### **Evolução histórica do conceito de ácido e base**

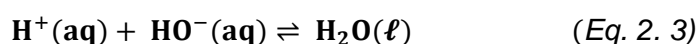
Historicamente, a classificação de substâncias como ácidos ou bases teve a sua origem na observação de algumas propriedades empíricas que estes compostos apresentavam em solução aquosa, como o sabor azedo para os ácidos, ou a textura escorregadia ao tato, para as bases. As referências mais antigas dizem respeito ao vinagre e à soda cáustica (“alcali”) obtida no século VII pelos Árabes.

Com a evolução do conhecimento da constituição da matéria vários cientistas se debruçaram sobre o estudo das características químicas dos ácidos e das bases. Robert Boyle, no século XVII, verifica que certas substâncias mudam de cor quando se encontram na presença de ácidos ou de bases, introduzindo a noção de indicador. Esta definição operacional, manifestamente incompleta, foi complementada posteriormente pelas descobertas de outros cientistas, nomeadamente por Lavoisier que atribui a responsabilidade do carácter ácido das substâncias à presença de um elemento gerador de ácidos ao qual chamou oxigénio (oxys = azedo e genes = nascer). No entanto, esta teoria é questionada ao se identificarem substâncias que em solução aquosa tinham características ácidas mas não continham oxigénio na sua constituição, como por exemplo o ácido muriático (solução aquosa de  $HCl$ ).

Mais tarde, Svante Arrhenius em 1884, prevê a existência de iões em soluções aquosas de sais os quais conferiam a estas soluções a capacidade de conduzir a corrente elétrica (eletrólitos). Arrhenius completa esta ideia definindo ácidos como substâncias que em solução aquosa libertam iões  $H^+$  e bases como substâncias que em solução aquosa se dissociam com a formação de  $OH^-$ . Esta teoria ficou conhecida como a teoria iónica e forneceu o primeiro modelo para a descrição das propriedades ácido-base:



A reação de neutralização é representada por:



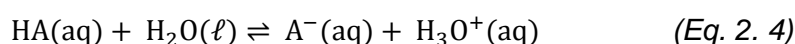


Segundo Arrhenius, numa solução aquosa:

- se  $[H^+] = [OH^-]$  a solução é neutra
- se  $[H^+] > [OH^-]$  a solução é ácida
- se  $[H^+] < [OH^-]$  a solução é básica ou alcalina

Esta teoria, embora revolucionária na época, não explicava o carácter químico de substâncias que não possuíam os iões  $H^+$  ou  $OH^-$ , nem de outras espécies químicas moleculares que possuíam hidrogénios mas não eram ácidas, como o amoníaco,  $NH_3$ , em solução aquosa. Também ignorava o papel ativo que o solvente exerce sobre o processo de dissociação, pois as definições de ácido e de base limitavam-se às soluções aquosas.

Em 1923, Johanes Brønsted e Thomas Lowry, publicaram independentemente a teoria protónica segundo a qual uma reação ácido-base é um processo de transferência de um protão de uma espécie química (ácido) para outra (base) e que ficou conhecida como teoria de Brønsted – Lowry. De acordo com este modelo, os ácidos são espécies químicas, moleculares ou iónicas capazes de ceder protões ( $H^+$ ) e as bases são espécies químicas, moleculares ou iónicas capazes de receber protões ( $H^+$ ) do ácido, sendo que o ácido ou a base podem converter-se um no outro através da doação ou fixação de um protão, respetivamente. Este modelo produziu o conceito de par ácido base conjugado e explica as suas forças relativas, permitindo compreender o papel desempenhado pelo solvente nas reações ácido base, nomeadamente pela água:



Assim, os pares ácido – base conjugados podem ser representados por:



Esta definição é mais abrangente do que a teoria iónica de Arrhenius, já que a engloba e completa. No entanto, e embora seja utilizada atualmente para estudos do comportamento ácido e base da maior parte das substâncias, particularmente ao nível do ensino secundário, esta teoria comporta a desvantagem de não explicar o comportamento ácido ou básico em substâncias apróticas.

Em 1923 surge também a teoria eletrónica proposta por Gilbert Lewis, a qual permite explicar as propriedades básicas de substâncias como o óxido de potássio,  $K_2O$ , quando dissolvido em água, bem como as propriedades ácidas das soluções aquosas de dióxido de carbono,  $CO_2$ , estendendo o conceito para além das espécies capazes de dar

ou receber protões. De acordo com este modelo, um ácido é qualquer espécie química aceitadora de pares de eletrões não ligantes (possui uma orbital molecular vazia) e uma base é uma espécie química dadora de pares de eletrões não ligantes. Por exemplo, o amoníaco,  $\text{NH}_3$ , na reação com a água atua como base de Lewis ao doar um par de eletrões não ligantes ao ião  $\text{H}^+$  que recebe esse par de eletrões na sua orbital disponível, 1s, comportando-se pois como um ácido de Lewis e formando o ião amónio de acordo com o mecanismo:

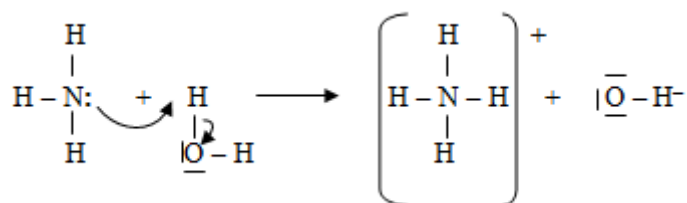


Figura 2.1 – Reação de ionização do amoníaco

Na reação de ionização do amoníaco em água este atua como uma base também de acordo com a definição de Brönsted – Lowry, pois vai receber um protão da água e portanto a definição de Lewis não invalida a definição anterior, antes torna-a mais abrangente.

Nesta investigação, e de acordo com as orientações curriculares para o ensino secundário, será estudado o comportamento ácido e básico de substâncias de acordo com a teoria protónica de Brönsted – Lowry.

### Reações ácido – base

O ácido clorídrico é classificado quimicamente como ácido pois comporta-se como tal uma vez que torna vermelho o tornesol, reage com carbonatos originando dióxido de carbono e neutraliza as bases. A nível atómico tem a capacidade de fornecer iões  $\text{H}^+$  em solução aquosa para outra espécie que os aceita e que se designa por base. A reação onde ocorre essa transferência do ião  $\text{H}^+$  é denominada - reação ácido-base.

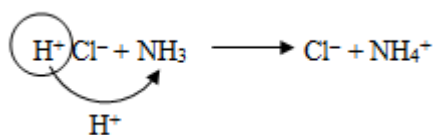
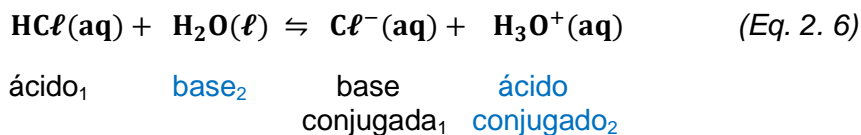


Figura 2.2 – Transferência de um ião  $\text{H}^+$  para o  $\text{NH}_3$  (Burton, 2000)

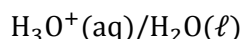
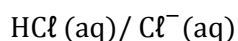
O cloreto de hidrogénio é um gás molecular mas em solução aquosa conduz a corrente elétrica o que significa que contém iões. A reação do cloreto de hidrogénio com as moléculas de água pode ser representada pela seguinte equação química.



Nesta reação a molécula de H<sub>2</sub>O funciona como base aceitadora de protões e forma-se o ião oxónio, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, que está presente em todas as soluções aquosas. Por sua vez, o ião oxónio pode ceder o seu H<sup>+</sup> e voltar a formar a molécula de H<sub>2</sub>O, pelo que as propriedades das soluções ácidas relacionam-se diretamente com a quantidade de iões H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> presentes em solução.

Quando um ácido cede um protão transforma-se numa base, chamada base conjugada desse ácido, que tem a capacidade de voltar a captar um protão. Essa capacidade é tanto menor, quanto maior for a capacidade de o respetivo par ceder um protão. Estas duas espécies químicas que constituem um par ácido-base conjugado diferem apenas num protão.

Os pares ácido base conjugados equação (2.6) são:



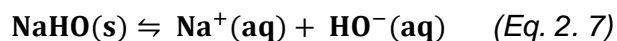
O ácido clorídrico é um ácido monoprotónico, pois apenas pode produzir um protão em solução por cada molécula ionizada, e forte dado que a extensão da equação (2.6) é praticamente completa. Em solução aquosa o equilíbrio desloca-se muito no sentido da ionização do ácido e, portanto, a concentração de ácido não ionizado, [HCl], presente é tão baixa e incerta que não é mensurável com precisão, o que impede o cálculo exato do valor da respetiva constante de acidez, sendo no entanto muito elevada:

$$K_a(\text{HCl}) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{HCl}]}$$

Podemos também concluir que a partícula conjugada, Cl<sup>-</sup>, é uma base muito fraca pelo que se mantém praticamente inerte na presença da água.

De acordo com a definição de Arrhenius, uma base é uma substância capaz de ceder o ião hidróxido, HO<sup>-</sup>, em solução aquosa e, pela definição de Brønsted – Lowry, um

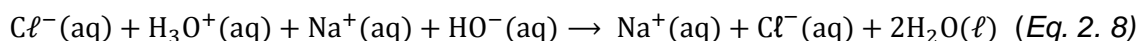
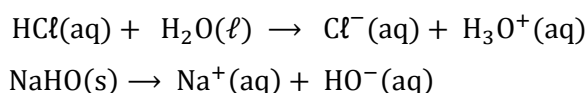
aceitador de protões. Os hidróxidos dos elementos do primeiro grupo da tabela periódica, como o hidróxido de sódio, NaHO, e de potássio, KHO, cumprem ambos os critérios pois contêm o ião  $\text{HO}^-$  na sua forma molecular, comportam-se como eletrólitos fortes e dissociam-se completamente em solução aquosa,



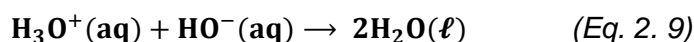
não se conseguindo detetar a presença de NaHO em equilíbrio. Por estes motivos os hidróxidos são considerados quimicamente como bases muito fortes.

Neste estudo apenas se contextualiza a componente teórica relativa aos ácidos e bases fortes, cuja ionização em água é praticamente completa, pelo que as equações químicas que traduzem a ionização do ácido ou a dissociação da base podem ser representadas apenas com uma seta no sentido direto. No entanto, a maioria dos ácidos e bases existentes são fracos na medida em que a sua reação com a água é reversível e pouco extensa no sentido direto. A força dessas espécies pode ser calculada através da respetiva constante de acidez ou basicidade que relaciona a concentração das espécies presentes em equilíbrio para uma dada temperatura.

A reação de neutralização que vai ser sujeita a estudo nesta dissertação é a reação entre uma solução de ácido clorídrico de concentração desconhecida, cujo título vai ser determinado através de uma titulação ácido base, usando como agente titulante uma solução padrão de hidróxido de sódio. A partir dos esquemas (2.6) e (2.7) podemos escrever a reação global que traduz a mistura de quantidades estequiométricas de  $\text{HCl}_{(\text{aq})}$  e de  $\text{NaHO}_{(\text{s})}$ .



Como se pode verificar há partículas como o  $\text{Cl}^-(\text{aq})$  e o  $\text{Na}^+(\text{aq})$  que funcionam apenas como iões espetadores, por isso a equação que traduz a reação entre o ácido e a base pode ser representada pelas partículas que efetivamente reagem:



Quando se misturam iguais quantidades de ácido forte e base forte ambos reagem completamente e as quantidades de  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  e de  $\text{HO}^-(\text{aq})$  em solução são também iguais, pelo que obtemos uma solução neutra.

Este tipo de reações são muito usadas em análise química quantitativa, particularmente em titulações ácido base, cujo objetivo é determinar a concentração (ou o título) de uma solução ácida (ou básica), considerada o titulado, a partir da reação dessa solução com outra básica (ou ácida) cuja concentração é rigorosamente conhecida (solução padrão) designada por titulante.

Numa titulação ácido base vai-se adicionando o titulante a um volume rigorosamente medido de titulado até se atingir o ponto de equivalência ou seja o ponto em que o ácido e a base estão em proporções estequiométricas. Mede-se com uma bureta o volume de solução necessário para se dar a neutralização de todo o titulado, pelo que esta técnica é também designada por volumetria ácido base.

A partir da equação (2.9) pode-se concluir que no ponto de equivalência o número de moles de ácido é igual ao número de moles da base, já que a proporção estequiométrica é 1:1 e portanto podemos escrever:

$$n_{\text{ácido}} = n_{\text{base}}$$

ou em função do volume e da concentração dos reagentes:

$$C_{\text{ácido}} \times V_{\text{ácido}} = C_{\text{base}} \times V_{\text{base}} \quad (\text{Eq. 2. 10})$$

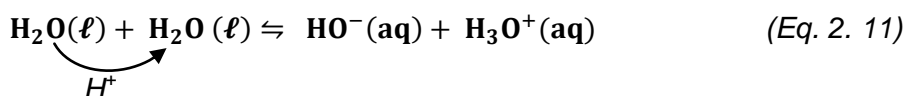
Conhecendo a concentração do titulante, o volume gasto para realizar a neutralização e o volume inicial de titulado, poderá facilmente determinar-se com rigor a concentração do titulado.

Como se viu, a realização prática desta determinação envolve o conhecimento prévio da reação em causa que deve ser única, rápida e completa, a medição rigorosa de volumes e de massas e a deteção do ponto em que todo o titulado reagiu completamente com o titulante.

Porém, o ponto de equivalência, não se encontra com facilidade numa determinação experimental e por isso, na prática, é detetado o ponto final da titulação através da variação brusca de uma propriedade física ou química do titulado que, no caso das reações de neutralização, será uma variação brusca de pH.

## Propriedades ácido-base da água

A água destilada é considerada quimicamente pura quando apresenta uma condutividade aproximada de  $0,05\mu\text{S}/\text{cm}$ , e um valor de  $\text{pH} = 7$ , à temperatura de  $25^\circ\text{C}$ . O facto da condutividade ser diferente de zero implica a presença de iões em solução, embora em concentrações muito reduzidas. Assim, na água destilada encontram-se presentes os iões hidróxido ( $\text{HO}^-$ ) e iões oxónio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) devido ao facto das próprias moléculas de água reagirem entre si, sofrendo uma auto protólise, segundo uma reação que se designa por auto ionização:



A relação entre as concentrações de cada espécie em equilíbrio é dada pela constante,  $K_w$  – produto iónico da água – que pode ser representada por:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-] \quad (\text{Eq. 2. 12})$$

À temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , cerca de 1 em cada 10 000 000 de moléculas de água está dissociada por ter cedido um ião hidrogénio,  $\text{H}^+$ , a outra molécula de água. Nestas condições a água destilada tem um carater químico neutro, pois apresenta:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HO}^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

o que significa que a  $25^\circ\text{C}$

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-] = 1,0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot \text{dm}^{-6} \quad (\text{normalmente omite-se a unidade})$$

Embora  $K_w$  seja definido em termos da dissociação da água, a constante de equilíbrio é igualmente válida para soluções de ácidos e bases dissolvidos em água. Qualquer que seja a fonte dos iões  $\text{H}_3\text{O}^+$  e  $\text{HO}^-$  na água, o produto das concentrações, no equilíbrio e à temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , é sempre  $1,0 \times 10^{-14}$ .

Esta característica da água poder sofrer auto ionização, determina o seu comportamento anfotérico, podendo reagir como ácido ou como base conforme a espécie química com que interage, mantendo-se sempre o valor do produto  $[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{HO}^-]$ , que depende apenas da temperatura.

Assim, para qualquer temperatura,

- quando uma partícula fornecedora de protões se encontra na presença da água, a concentração de  $\text{H}_3\text{O}^+$  aumenta e torna-se maior do que a concentração de  $\text{HO}^-$  e a solução é ácida.  $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{HO}^-]$
- quando uma partícula aceitadora de protões se encontra na presença da água, a concentração de  $\text{HO}^-$  aumenta e torna-se maior do que a concentração de  $\text{H}_3\text{O}^+$  e a solução é alcalina.  $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{HO}^-]$
- quando a água se encontra pura, a concentração de  $\text{H}_3\text{O}^+$  é igual à concentração de  $\text{HO}^-$  e a solução é neutra.  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HO}^-]$

### **pH e pHO – medida da acidez ou alcalinidade de uma solução**

Como já foi referido, o carácter químico de uma solução está relacionado com a concentração de iões  $\text{H}_3\text{O}^+$  e de  $\text{HO}^-$  nessa solução, mas como esta é tipicamente muito baixa em soluções aquosas, a escala de pH, introduzida em 1909 pelo químico dinamarquês Sorensen, providenciou uma forma conveniente de expressar a acidez de uma solução através do conceito de pH.

A escala de pH é uma função logarítmica de base 10 da concentração do ião  $\text{H}_3\text{O}^+$  onde a variação de cada unidade, tanto no sentido ácido como no básico, significa uma alteração de 10 vezes no nível de acidez ou de basicidade da solução.

O operador “p” significa “ $-\log$ ” e o pH pode ser determinado pela expressão:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{ou} \quad \text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad (\text{Eq. 2. 13})$$

Por conveniência, muitas vezes utiliza-se a forma  $\text{H}^+$  que representa a forma reduzida do ião oxónio,  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

Do mesmo modo que a concentração do ião  $\text{H}_3\text{O}^+$  está relacionada com o pH, a concentração dos iões  $\text{HO}^-$  pode ser relacionada com o pHO, definido a partir de:

$$\text{pHO} = -\log [\text{HO}^-] \quad (\text{Eq. 2. 14})$$

Ambas as escalas relacionam-se através da expressão:

$$\text{pH} + \text{pHO} = \text{pK}_w \quad (\text{Eq. 2. 15})$$

Esta expressão resulta da aplicação do multiplicador “– log” à equação (2.12) e é válida para qualquer temperatura.

Na prática para determinar experimentalmente o caráter químico de uma solução e o valor aproximado de pH podem usar-se indicadores colorimétricos ácido base que existem comercialmente em fita ou na forma de solução.

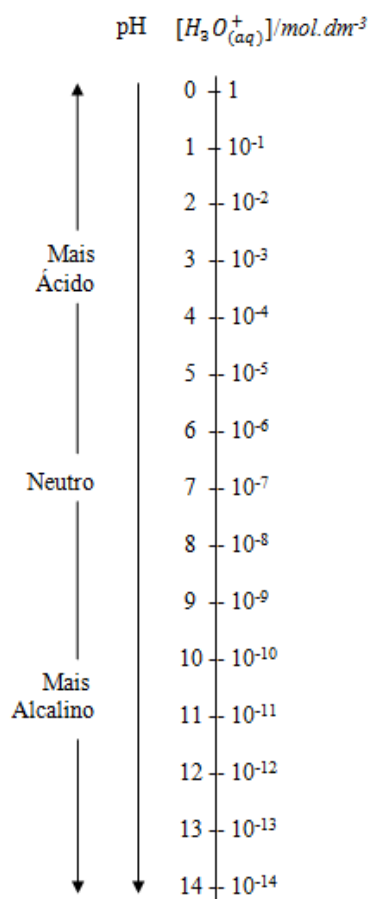


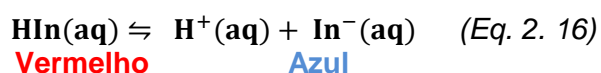
Figura 2.3 – Escala de pH (Burton, 2000)

Quando se pretende um valor mais exato, devem usar-se medidores ou sensores de pH. Estes aparelhos são constituídos basicamente por um eletrodo de vidro e um circuito potenciométrico e a leitura é feita em função da leitura da tensão que o eletrodo gera quando submerso na amostra, a qual depois é convertida para uma escala de pH.

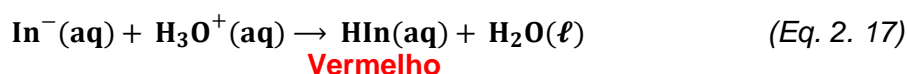
### Os indicadores colorimétricos ácido base

Indicadores ácido-base ou indicadores de pH são ácidos ou bases fracas, geralmente orgânicas, cuja cor da forma ácida é diferente da cor da forma básica conjugada.

Por exemplo se designarmos por  $HIn$  a forma genérica do tornesol, que na sua forma ácida apresenta a cor vermelha, e por  $In^-$  a respetiva base conjugada cuja cor é azul, teremos em equilíbrio as seguintes espécies:



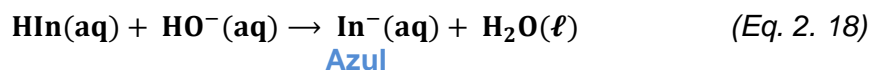
Ao adicionar uma solução ácida o excesso de  $H_3O^+$  faz deslocar o equilíbrio (2.16) no sentido da reação inversa, ocorrendo em maior extensão a reação:





Nesta situação, a solução deverá apresentar uma coloração vermelha, pois a concentração de equilíbrio da forma ácida será maior.

Quando se adiciona uma solução alcalina, o excesso de  $HO^-$  irá provocar o deslocamento do equilíbrio (2.16) no sentido contrário e a reação que ocorre em maior extensão será:



Nesta situação, a solução deverá apresentar uma coloração azul pois a concentração da base conjugada será maior.

A cor apresentada pelo indicador irá depender pois do pH do meio e das características do indicador, como a sua constante de equilíbrio,  $K_a (HIn)$ , o que significa que depende da relação entre as concentrações das duas partículas conjugadas.

$$K_a (HIn) = \frac{[In^-] \times [H^+]}{[HIn]} \quad (Eq. 2. 19)$$

Aplicando logaritmos a ambos os membros da equação (2.19), podemos estabelecer uma relação entre o pH do meio, o pKa do indicador e o quociente entre as concentrações das duas espécies conjugadas:

$$pH = pK_a + \log \left( \frac{[In^-]}{[HIn]} \right) \quad (Eq. 2. 20)$$

Quando o pH do meio reacional está a variar, o indicador colorimétrico deverá fornecer visualmente essa indicação, mas a sensibilidade do observador não é a mesma para todas as cores, pelo que se assume que a mudança de cor é detetável quando (Zumdahl, 1989, p. 703):

$$\frac{[In^-]}{[HIn]} = \frac{1}{10} \quad (Eq. 2. 21)$$








Assim, em termos médios, se a concentração da forma ácida for cerca de 10 vezes superior à concentração da forma básica, a cor apresentada será a correspondente à forma ácida e sendo cerca de 10 vezes inferior, a cor será a correspondente à forma

básica do indicador. Desta relação, define-se um intervalo de valores para cada indicador, designado por “zona de viragem” que varia sensivelmente entre:

$$pK_a - 1 \leq pH \leq pK_a + 1 \quad (Eq. 2. 22)$$

O quadro seguinte apresenta a zona de viragem de alguns dos indicadores mais usualmente utilizados em titulações ácido base a nível do ensino secundário:

Quadro 2.6 – Zonas de transições de indicadores ácidos (A) e básicos (B) a 18°C (Ohweiler, 1981)

Indicador	pK <sub>a</sub>	Zona viragem	Cor		Gradação de cores
			Ácida	Básica	
Azul de bromofenol (A)	3,9	3,0 – 4,6	Amarelo	Azul	
Alaranjado de metilo (B)	3,7	3,1 – 4,4	Vermelho	Amarelo	
Verde de bromocresol (A)	4,7	4,0 – 5,6	Amarelo	Azul	
Vermelho de metilo (A)	5,1	4,4 – 6,2	Vermelho	Amarelo	
Azul de bromotimol (A)	6,9	6,0 – 7,6	Amarelo	Azul	
Fenolftaleína (A)	9,1	8,0 – 10,0	Incolor	Carmim	
Amarelo de alizarina (A)	11,0	10,0 – 12,1	Amarelo	Vermelho	

A zona de transição dos indicadores ácido base pode ser influenciada pela concentração do indicador, pela temperatura e pelo meio.

No caso de indicadores monocorados, como a fenolftaleína, e de acordo com a equação (2.18), a concentração da forma corada, [In<sup>-</sup>], é proporcional à concentração da forma não ionizada, [HIn], pelo que a cor intensifica-se com o aumento da concentração do indicador.

As constantes de ionização da maior parte dos ácidos e bases fracos variam apenas levemente com a temperatura e portanto, no caso da fenolftaleína que é um indicador ácido (A), o equilíbrio não é significativamente afetado pela variação de temperatura, desde que [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] seja mantida constante. Os indicadores básicos (B), no entanto, sofrem maiores alterações na zona de viragem já que o valor de K<sub>w</sub> aumenta consideravelmente com o aumento da temperatura.

Finalmente, a zona de viragem do indicador pode variar com o solvente que normalmente é água. Todavia, a preparação de indicadores usando solventes orgânicos como o etanol faz variar as condições de equilíbrio pois diminui a constante de ionização

de ácidos e bases fracas. Assim, se o indicador for ácido, torna-se mais sensível à presença do ião oxónio e portanto as zonas de transição deslocam-se para valores de pH mais altos e se for básico deslocam-se para zonas de pH mais baixo (Ohweiler, 1981).

A seleção do indicador depende da sua utilização, no entanto quando se pretende encontrar o ponto final de uma titulação convém que este seja o mais próximo possível do ponto de equivalência para que o erro associado à titulação seja menor. Assim, o critério a ter em conta na escolha do indicador terá necessariamente de considerar a respetiva zona de viragem:

- A situação ideal será aquela em que  $[HIn] = [In^-]$ . Logo, e de acordo com a equação (2.22), deve ser selecionado o indicador cujo  $pK_{\text{Indicador}}$  for mais próximo do pH do ponto de equivalência.
- Na situação mais usual, e uma vez que próximo do ponto de equivalência ocorre uma variação brusca de pH para pequenas adições de titulante, seleciona-se o indicador cuja zona de viragem esteja contida nesse intervalo de pH.

Numa titulação ácido base é portanto fundamental conhecer como varia o pH da solução à medida que se adiciona o titulante e, particularmente junto do valor de volume adicionado para o qual se dá a neutralização, ou seja junto do ponto de equivalência.

Como se viu, a mudança de pH na vizinhança do ponto de equivalência permite a seleção do indicador que produzirá o menor erro de titulação, pelo que se deve traçar a o gráfico que traduz a variação de pH em função do volume de titulante adicionado, obtendo-se a curva de titulação ou de neutralização para a reação em causa.

### **Curvas de titulação de ácidos fortes com bases fortes**

O pH do ponto de equivalência depende da natureza dos ácidos e das bases que reagem. Quando se titula um ácido forte com uma base forte o sal obtido é constituído pelas respetivas partículas conjugadas que são fracas e não sofrem hidrólise, portanto o sal formado é neutro e o pH do ponto de equivalência, a 25°C, é 7.

Nesta investigação, pretende-se titular um ácido forte, o HCl, com uma solução padrão de uma base forte, o NaOH. Antes de adicionar titulante, o pH da solução relaciona-se apenas com a quantidade de  $H_3O^+$  proveniente da ionização do ácido, já que a contribuição de  $H_3O^+$  proveniente da auto protólise da água é desprezável. Inicialmente o pH é baixo mas vai subindo gradualmente à medida que se adiciona a base, devido à diminuição da concentração de  $H_3O^+$ . Próximo do ponto de equivalência, e para volumes muito pequenos de titulante, a solução passa rápida e sequencialmente de ácida para neutra e para básica, observando-se na curva de titulação uma zona onde o pH sobe

bruscamente. Este intervalo é tanto maior quanto mais concentradas forem as soluções do ácido e da base. Continuando a adicionar NaHO quando já todo o ácido está neutralizado, verifica-se uma nova zona de subida muito gradual do pH, unicamente devido à quantidade de  $\text{H}^+$  em excesso que torna a solução alcalina.

No quadro seguinte apresentam-se os valores calculados teoricamente para a construção de três curvas de titulação de  $100\text{ cm}^3$  de uma solução de  $\text{HCl}$  com uma solução de  $\text{NaHO}$  de igual concentração, cuja concentração da base foi de  $1\text{ mol.dm}^{-3}$ , de  $0,1\text{ mol.dm}^{-3}$  e de  $0,01\text{ mol.dm}^{-3}$ , respetivamente para cada uma das curvas:

Quadro 2.7 – *pH* durante a titulação de  $100,0\text{ cm}^3$  de  $\text{HCl}$  com  $\text{NaHO}$  de igual concentração (Bassett, 1986, p. 185)

$[\text{HCl}]_{\text{inicial}}$	1 mol/L	0,1 mol/L	0,01 mol/L
Volume de NaHO/ $\text{cm}^3$	pH	pH	pH
0,0	0,0	1,0	2,0
50,0	0,5	1,5	2,5
75,0	0,8	1,8	2,8
90,0	1,3	2,3	3,3
98,0	2,0	3,0	4,0
99,0	2,3	3,3	4,3
99,5	2,6	3,6	4,6
99,8	3,0	4,0	5,0
99,9	3,3	4,3	5,3
100,0	7,0	7,0	7,0
100,1	10,7	9,7	8,7
100,2	11,0	10,0	9,0
100,5	11,4	10,4	9,4
101,0	11,7	10,7	9,7
102,0	12,0	11,0	10,0
110,0	12,7	11,7	10,7
125,0	13,0	12,0	11,0
150,0	13,3	12,3	11,3
200,0	13,5	12,5	11,5

Como se pode verificar, o *pH* sobe sempre lentamente, exceto entre a adição de  $99,9\text{ cm}^3$  e  $100,1\text{ cm}^3$  onde sobe de 3,3 para 10,7, (no caso da solução titulante de concentração  $1\text{ mol.dm}^{-3}$ ), ou seja na vizinhança do ponto de equivalência a velocidade de variação de pH é muito elevada.

Esta constatação é mais notória analisando as respetivas curvas de titulação, todas traçadas no mesmo gráfico e que se encontram representadas a seguir (Bassett, 1986). Foram, também desenhadas sobre as curvas de titulação as faixas que

correspondem às zonas de viragem de três indicadores colorimétricos ácido base que constam no quadro (2.6).

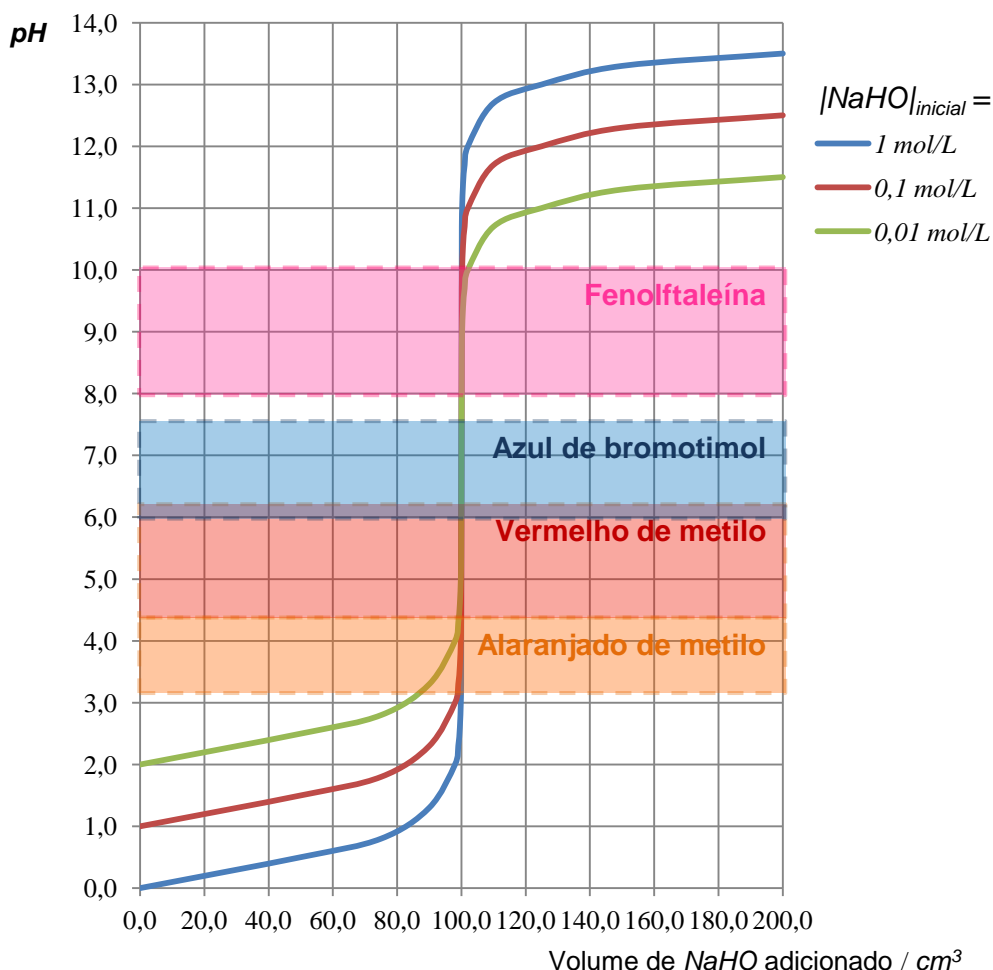


Gráfico 2.1 – Curvas da titulação de 100,0 cm³ de HCl com NaOH de igual concentração (Bassett, 1986)

Como já foi referido, em análise qualitativa de neutralização é fundamental o comportamento na vizinhança do ponto de equivalência, nomeadamente para a escolha do indicador que minimize o erro experimental.

- No caso da solução de 1 mol.dm<sup>-3</sup>, como a variação de pH é muito grande, qualquer dos três indicadores é aconselhado para a titulação, já que a mudança de cor será brusca e o erro desprezável.
- Utilizando uma solução titulante de 0,1 mol.dm<sup>-3</sup>, a variação de pH é menor e o indicador está limitado por um intervalo entre 4,5 e 9,5. O alaranjado de metilo ainda pode ser utilizado sem grande erro (cerca de 0,2 por cento), a fenolftaleína também e aqueles cuja zona de viragem esteja dentro deste intervalo.
- Para a solução menos concentrada, o pH ideal está limitado entre 5,5 e 8,5 e por isso são recomendados indicadores como o vermelho de metilo e o azul de bromotimol.

### 2.3.4 Técnicas laboratoriais

#### Medição de volumes

A unidade fundamental de volume no Sistema Internacional é o  $m^3$ . No entanto, em análise volumétrica, utiliza-se vulgarmente o  $dm^3$  ou o  $L$  que representa o volume ocupado por uma massa de água de  $1kg$  à temperatura de  $3,98\text{ }^{\circ}C$ , (Alexéev,1979), ou os respetivos submúltiplos.

Para medir volumes é necessário ter em conta a capacidade, a facilidade de utilização, a incerteza da medida pretendida e a natureza do trabalho. Por exemplo, numa titulação volumétrica é necessário medir volumes com precisão pelo que se utilizam buretas, para determinar a quantidade de titulante gasta na neutralização, pipetas para medir a toma de titulado para cada ensaio e balões volumétricos para a preparação do titulante cuja concentração deve ser rigorosamente conhecida.

Os instrumentos de medição de volumes possuem inscritos um conjunto de informações relativas à classe (AS – exatidão máxima; A – maior exatidão; B – menor exatidão), à capacidade, à incerteza, ao tipo e ao tempo de escoamento e à temperatura de calibração (Carvalho, et all, 2012).

A limpeza do material utilizado em análise quantitativa tem uma importância fundamental, pelo que é necessário verificar que não existem vestígios de poeiras ou de gorduras, o que se pode comprovar se a água ao escorrer pelas paredes do material não deixar nelas pequenas gotas. Deve-se, ainda assim, passar o material pela solução que vai conter e rejeitar essa solução de lavagem para um frasco de restos devidamente rotulado.

- A bureta

As buretas são tubos de vidro cilíndricos e longos de diâmetro uniforme graduado ao longo de todo o comprimento, terminando num dispositivo de regulação de escoamento, normalmente uma torneira de vidro, e uma ponta mais estreita por onde o líquido é vertido de forma cómoda e precisa.

A bureta está graduada em mililitros e em décimas de mililitro, estando a divisão zero na parte superior. A sua capacidade é normalmente



Figura 2.4 – Bureta  
(<http://www.raovet.com.ar/detalle-producto-bureta-de-vidrio-graduada-25-ml-robinete-vidrio-1078>)

de 25,00 mL ou de 50,00 mL, tendo uma tolerância de 0,03 mL ou 0,05 mL respectivamente e para classe AS (exatidão máxima) e 0,05 mL ou 0,1 mL respectivamente para a classe B (menor exatidão) (Carvalho, et al, 2012).

Para evitar os erros de paralaxe, o operador deve fazer a leitura pela base do menisco, observando-o com os olhos ao mesmo nível, ou seja horizontalmente. A leitura deve ser feita cerca de 30 segundos após a titulação para que o líquido tenha tempo de escorrer pelas paredes e a leitura seja rigorosa.

Sempre que for necessário repetir os ensaios deve levar-se o nível do líquido à divisão zero e num mesmo ensaio deve ter-se o cuidado de prever qual o volume de titulante a utilizar para que não seja necessário ultrapassar a capacidade da bureta. Estas precauções evitam a reprodução do erro de leitura que afeta a precisão do doseamento.

As soluções de hidróxidos, como o  $\text{NaOH}$ , usadas como titulantes atacam o vidro pelo que as buretas devem ser muito bem lavadas, após a sua utilização.

- A pipeta

As pipetas volumétricas usam-se normalmente para medição de volumes fixos de uma solução em estudo correspondentes à sua capacidade total. As incertezas associadas a cada pipeta relacionam-se com a respetiva capacidade, sendo que para tomas de 10,00 mL a incerteza é de 0,04 mL para a classe B (Carvalho, et al, 2012).



Figura 2.5 – Pipetas volumétricas

([http://img.alibaba.com/photo/110418499/Volumetric\\_pipettes.jpg](http://img.alibaba.com/photo/110418499/Volumetric_pipettes.jpg))

São materiais normalmente de vidro com a forma de um tubo comprido e estreito, com um reservatório a meio e um traço de referência circular na parte superior mais estreita que determina o valor exato até onde se deve encher a pipeta.

Após ter sido passada pela solução de lavagem, deve ser enchida aspirando a solução com a ajuda de uma *pompete* ou um macrocontrolador e levando o líquido até um nível que fique cerca de 2 cm acima do traço de referência. Depois deve-se escoar o líquido lentamente até que a base do menisco toque o traço de referência, colocando os olhos numa posição horizontal e ao nível deste. Escoa-se completamente o líquido para o recipiente que vai ser utilizado na análise, mantendo a pipeta na vertical e com a extremidade encostada às paredes do recipiente. Aguarda-se dois ou três segundos e retira-se a pipeta sem aproveitar a

gota que fica na pipeta, pois esta está calibrada para tal, garantindo que todos os ensaios têm exatamente o mesmo volume. (Alexéev, 1979).

### Preparação da solução padrão

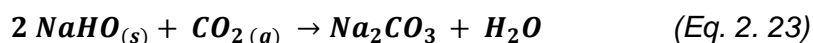
Uma solução padrão é uma solução cuja concentração é rigorosamente conhecida e portanto o rigor na preparação desta solução limita a exatidão da titulação.

Uma solução padrão pode ser preparada a partir de uma substância primária, a qual deve preencher os seguintes requisitos, (Alexéev, 1979, p. 219):

- *A substância deve ser quimicamente pura (as impurezas presentes não devem ultrapassar 0,1% )*
- *A composição da substância deve corresponder exatamente à sua fórmula.*
- *A substância deve ser estável quer no estado sólido quer em solução.*
- *É preferível escolher substâncias cujo equivalente – grama seja o maior possível.*

Quando se dispõe de uma substância primária pode preparar-se diretamente a solução-padrão medindo numa balança analítica a massa correspondente à quantidade necessária e dissolvendo-a num balão volumétrico. Completa-se com água até ao traço de referência e obtém-se exatamente a concentração desejada.

O hidróxido de sódio,  $NaHO$ , absorve rapidamente o vapor de água e o dióxido de carbono presentes no ar, pelo que não se pode avaliar com rigor a sua massa e portanto, como não pode ser utilizada como padrão primário, tem de ser padronizada.



A presença do carbonato nessas soluções é uma fonte de interferência na titulação de ácidos, pois o ião carbonato reage com os iões  $H^+$ , falseando os resultados. Esse efeito é conhecido como o “Erro do Carbonato”.

Para utilizar a solução de hidróxido de sódio como titulante, prepara-se uma solução de concentração aproximada, mais concentrada do que a que se pretende e, por titulação com uma solução-padrão, determina-se a sua concentração exata. Utiliza-se como titulante logo após a preparação ou guarda-se protegida do dióxido de carbono atmosférico.

As soluções padrão de  $NaHO$  atacam o vidro e dissolvem a sílica com formação de silicatos solúveis cuja presença causa erros semelhantes aos do carbonato e por isso é recomendável que estas soluções sejam guardadas em frascos de vidro à base de boro silicatos e fechados com rolha de borracha. Embora os frascos de plástico sejam



indicados para guardar hidróxidos, este material é permeável ao dióxido de carbono, pelo que a solução não poderá ser novamente utilizada como titulante pois a sua concentração será alterada com o tempo.

### 2.3.5 Verdura, Segurança e Prevenção

O laboratório de química é um local onde se manuseia substâncias potencialmente perigosas quer para a saúde quer para o ambiente, pelo que se deve privilegiar a segurança pessoal, respeitando e cumprindo as orientações gerais de utilização de produtos e equipamentos, bem como atender aos aspetos relacionados com a diminuição do impacto ambiental causado, não só, pelo excesso de consumo de reagentes, mas também pela produção de resíduos.

O regulamento Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), revisto em 2009, classifica as substâncias de acordo com classes de “perigo físico”, “perigo para a saúde” e “perigo para o ambiente”. Define critérios científicos e técnicos objetivos que permitem, não só, rotular as substâncias utilizadas nos laboratórios com informações fundamentais para a sua utilização, armazenamento, transporte e prevenção, como também, elaborar as respetivas fichas de dados de segurança que são fornecidas pelo fabricante do produto.

Com base nestas diretivas foram realizados estudos com o objetivo de avaliar as atividades laboratoriais previstas no programa oficial para o ensino secundário numa perspetiva CTSS (que engloba aspetos relacionados com a ciência, a tecnologia, a sociedade e a sustentabilidade), por forma a verificar qual o grau de cumprimentos dos critérios pressupostos nessa perspetiva na atividade laboratorial.

Nesse contexto, o conceito de Química Verde (QV) impõe-se associado à necessidade de estabelecer métricas e padrões que permitam avaliar e comparar a verdura das diversas atividades laboratoriais de modo a que a educação científica se reveja nas orientações contemporâneas para o ensino das ciências, visando *tornar a Química uma atividade com menor impacto ambiental e humano, com maior eficiência do uso de recursos materiais e energéticos, sem comprometer o respetivo progresso e os benefícios que proporciona à sociedade* (Costa, 2011, p.2).

A métrica, designada por Estrela Verde (EV), é constituída por uma estrela que possui tantas pontas quantos os Princípios da Química Verde. O preenchimento de cada área relaciona-se com o grau de verdura associado a cada princípio e permite visualmente estabelecer quais os pontos passíveis de serem melhorados no que concerne ao procedimento experimental, visando um aumento de verdura da reação a realizar (Ribeiro, 2010).

A explicação da métrica avaliativa da verdura de uma reação química não se compagina no âmbito desta investigação, no entanto, para uma melhor compreensão dos Princípios da Química Verde e da construção da EV para a reação de neutralização estudada neste trabalho, apresenta-se no Anexo I duas tabelas explicativas da abrangência de cada princípio da química verde e da forma como o grau de cumprimento de cada um se relaciona com o preenchimento da Estrela Verde.

Curiosamente, um estudo desenvolvido por Costa (2011), demonstrou que *a maior parte das atividades laboratoriais propostas nos programas de Química do ensino secundário apresenta uma verdura limitada e que uma fração considerável delas apresenta riscos elevados devido ao uso de substâncias perigosas* (Costa, 2011, p.116). Particularmente, a atividade laboratorial que se explora neste estudo, “Neutralização: uma reação ácido base”, apresenta um índice de preenchimento da respetiva estrela verde (IPE) inferior a 50% para a utilização de fenolftaleína, o que significa que a verdura associada a este processo envolve riscos elevados para a saúde e para o ambiente.

Apresenta-se, na figura (2.6), as estrelas verdes correspondentes à titulação do ácido sulfúrico ( $0,050 \text{ mol.dm}^{-3}$ ) com hidróxido de sódio ( $0,100 \text{ mol.dm}^{-3}$ ) utilizando como indicador uma solução alcoólica de fenolftaleína e o vermelho de metilo:

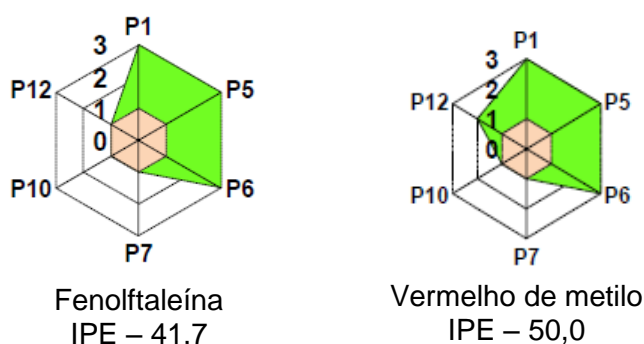


Figura 2.6 – Estrelas Verdes para a atividade laboratorial do 11º ano - AL 2.3 (Costa, 2011,p.86)

A análise da estrela e dos princípios que cumpre revela que, embora as substâncias auxiliares utilizadas, como as soluções padrão de calibração, sejam inócuas e as atividades sejam realizadas à temperatura e pressão ambiente, as que são usadas na própria titulação como o ácido sulfúrico e o hidróxido de sódio, não são renováveis, nem degradáveis em produtos de degradação inócuos. A estrela verde para a reação utilizando o vermelho de metilo tem um índice de preenchimento maior pois a fenolftaleína é uma substância tóxica, que apresenta um risco elevado de acidente químico. Assim, como oportunidade para aumentar a verdura desta titulação sugere-se a utilização do vermelho de metilo como indicador (Costa, 2011).

Como já foi referido, o laboratório de química não deve constituir-se como uma fonte de poluição e muito menos tornar-se potencialmente perigoso já que as atividades desenvolvidas envolvem o manuseamento de vários reagentes com diferentes graus de perigosidade.

As regras gerais e específicas de segurança pessoal, de manipulação de reagentes, a utilização de equipamentos de proteção individual e coletiva, assim como a prevenção de acidentes devem ser considerados em todas as experiências.

Normalmente, no início da formação em química, faz-se uma abordagem a estes temas, mas se for demasiado exaustiva pode tornar-se contraproducente ou desmotivadora por não se encaixar na bagagem cognitiva dos alunos ou não encontrar serventia prática imediata. Para contornar este problema é comum haver afixados nos laboratórios das escolas cartazes que resumem essas regras que são de fácil consulta e visualização, pelo que o professor, em parceria com os alunos, deverá salientar quais as regras que devem ser cumpridas para cada atividade laboratorial.

Cabe principalmente ao professor a análise prévia dos riscos envolvidos em cada uma das atividades e a implementação de medidas preventivas como a substituição de reagentes perigosos, a diluição e a utilização de pequenas quantidades de reagentes e a gestão correta de resíduos (Carvalho, 2012).

Na discussão com os alunos sobre a forma de tentar encontrar uma resposta à questão problema deve ser salientada a vertente de segurança e incluída na preparação da atividade laboratorial a elaboração de uma tabela com os símbolos de advertência e de perigo, bem como indicações de eliminação de resíduos para cada substância envolvida.

Nesse contexto, apresenta-se no anexo III as advertências de perigo, os respetivos pictogramas e palavras sinal associados às substâncias sugeridas no programa oficial de 11º para a realização da atividade laboratorial em estudo, bem como as respetivas indicações para tratamento de resíduos.

Note-se que cada uma das substâncias foi classificada em termos de perigosidade de acordo com a respetiva concentração.

A partir da análise de todas as vertentes em jogo, nomeadamente os custos e disponibilidade dos reagentes, elabora-se um protocolo experimental, onde devem constar, além de todos os procedimentos e técnicas, os riscos e regras de segurança pessoais e de manuseamento para os reagentes selecionados.



## CAPÍTULO 3 – Caracterização do Recurso

O recurso educativo utilizado nesta investigação é um vídeo laboratorial que integra um projeto de uma editora de manuais escolares, elaborado para a disciplina de Física e Química A do 11º ano, do curso Científico – Humanístico de Ciências e Tecnologias, na componente de Química e a ser adotado pelas escolas no ano letivo de 2013 / 2014.

O projeto apresenta o manual digital e integra diversos recursos multimédia com o objetivo de motivar os alunos para a aprendizagem, ao permitir uma exploração dinâmica e interativa do manual.

Dos vários recursos disponíveis salientam-se os vídeos laboratoriais que descrevem situações de execução prática de laboratório que, por terem o apoio de imagens reais, facilitam a perceção da forma correta de executar algumas técnicas experimentais e do manuseamento de material específico da disciplina.

Enquadrada na unidade temática “Da Atmosfera ao Oceano – soluções da Terra e para a Terra” surge a subunidade “Águas minerais e águas de abastecimento público: acidez e basicidade das águas” e a sequente contextualização experimental com a realização de uma volumetria ácido – base.

A atividade explorada nesta investigação designa-se por “Neutralização: uma reação ácido – base” e o respetivo vídeo pode ser reproduzido acedendo ao manual virtual através do CD fornecido pela editora.

Ao executar o CD aparece a seguinte imagem:

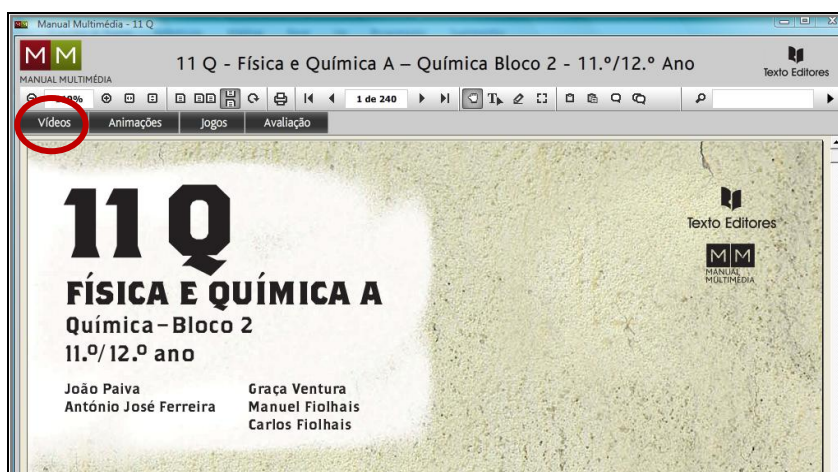


Figura 3.1 – Ecrã inicial do manual multimédia

Clicando em “Vídeos” (destacado por um circulo na imagem anterior), aparece um quadro com a listagem de vídeos referentes a várias atividades de caráter obrigatório

para a componente de Química. A partir deste quadro pode-se seleccionar o vídeo laboratorial desejado que começa nesse momento a carregar (figura 3.2).

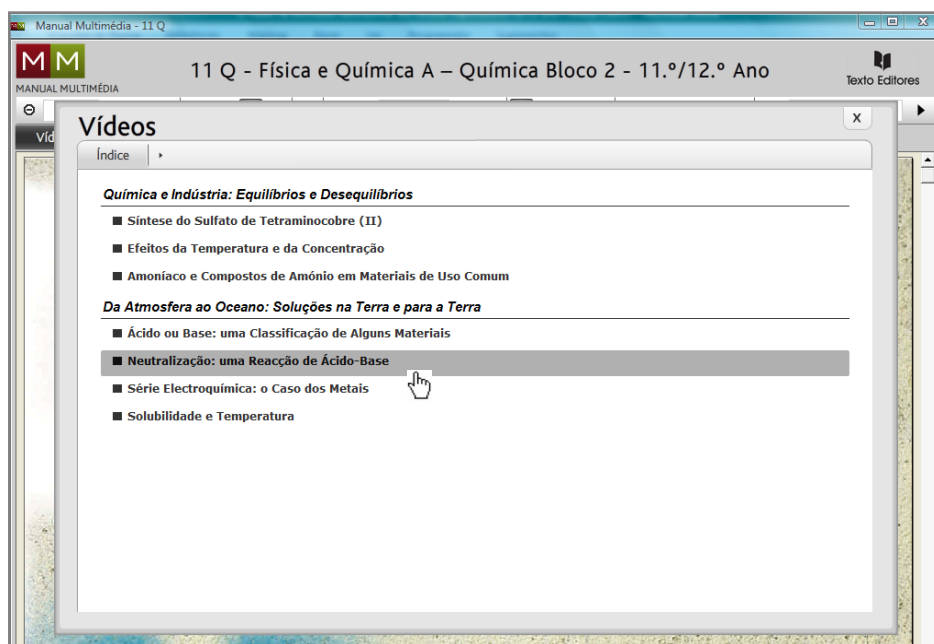


Figura 3.2 – Seleção do Vídeo Laboratorial “Neutralização: uma reacção ácido-base”

A figura 3.3, que mostra o ecrã onde o vídeo é reproduzido, possui uma barra inferior onde se pode aceder ao botão de comando que permite iniciar, parar, avançar e retroceder completamente, ou imagem a imagem, e um outro comando de regulação do som.

No canto superior esquerdo da figura 3.3 aparece o ícone “Índice” para voltar ao ecrã anterior apresentado na figura 3.2.

No canto superior direito da figura (3.3), destacada com um círculo, pode visualizar-se uma barra lateral que permanece inalterada durante toda a apresentação do vídeo e que salienta o objetivo desta atividade.

O vídeo inicia com a apresentação dos reagentes (fig. 3.3 A) e materiais (fig. 3.3 B) necessários à realização da titulação.

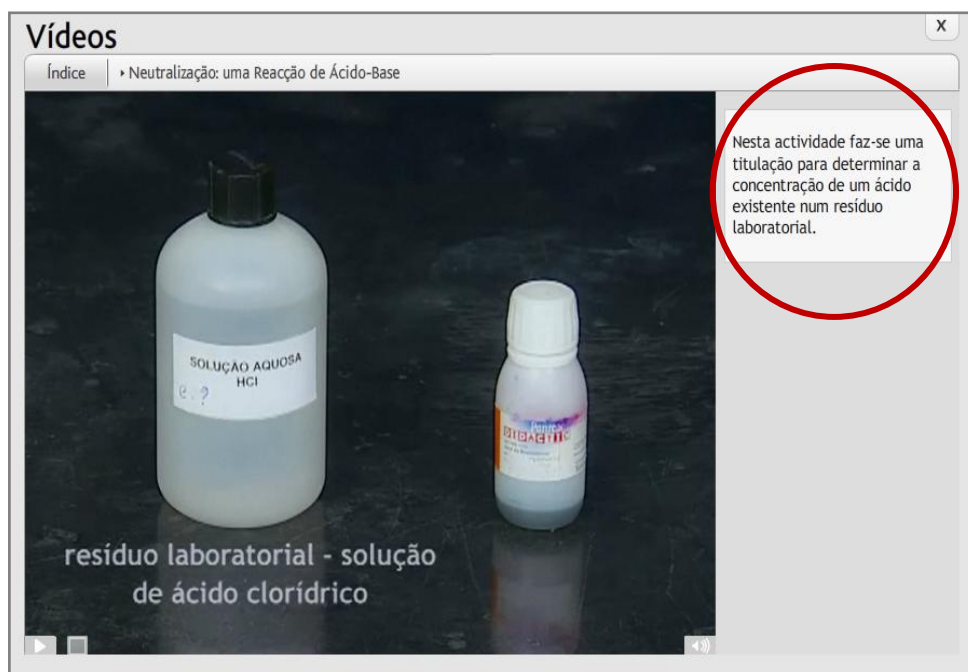


Figura 3.3 A – Reagentes

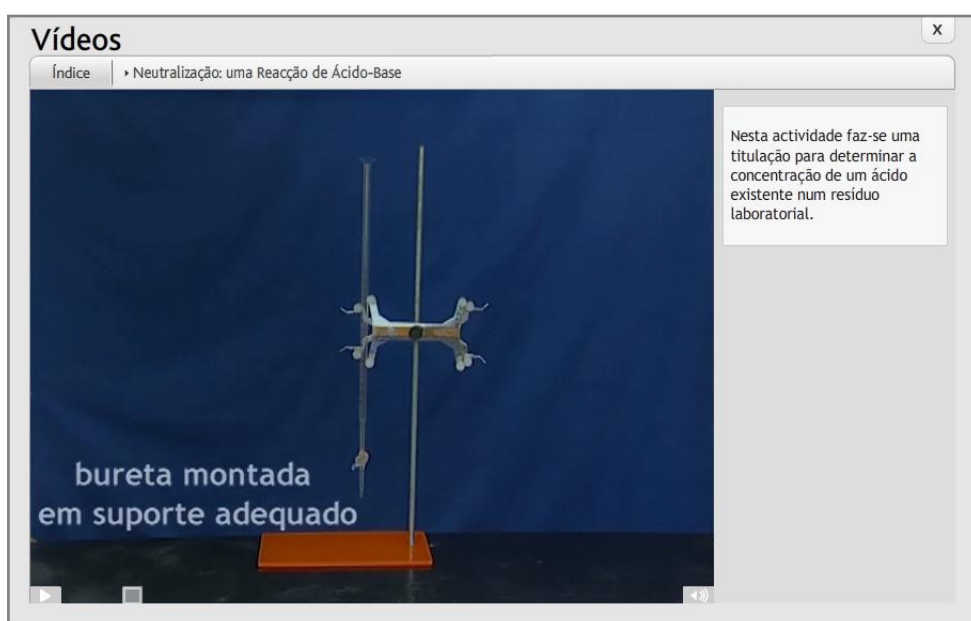


Figura 3.3 B – Materiais

Após a apresentação de reagentes e materiais, segue-se a técnica de utilização da pipeta volumétrica para a medição das três tomas de solução de ácido clorídrico, salientando-se no mesmo ecrã dividido em duas partes, a manipulação do macrocontrolador e os efeitos que isso tem no acerto do nível de líquido da pipeta (fig. 3.4).

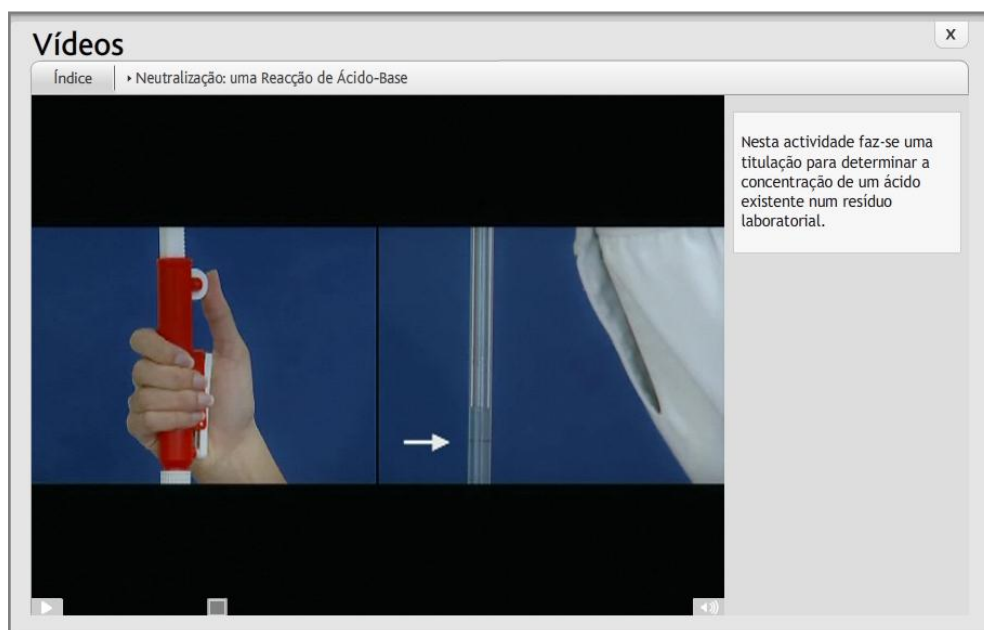


Figura 3.4 – Manipulação do macrocontrolador

A imagem seguinte (fig. 3.5) resume a forma como se deve segurar na pipeta e no frasco onde se encontra o titulado, bem como a técnica correta de transferir o líquido, mantendo a pipeta na posição vertical e o erlenmeyer inclinado de tal modo que o líquido escorra pela parede do erlenmeyer.

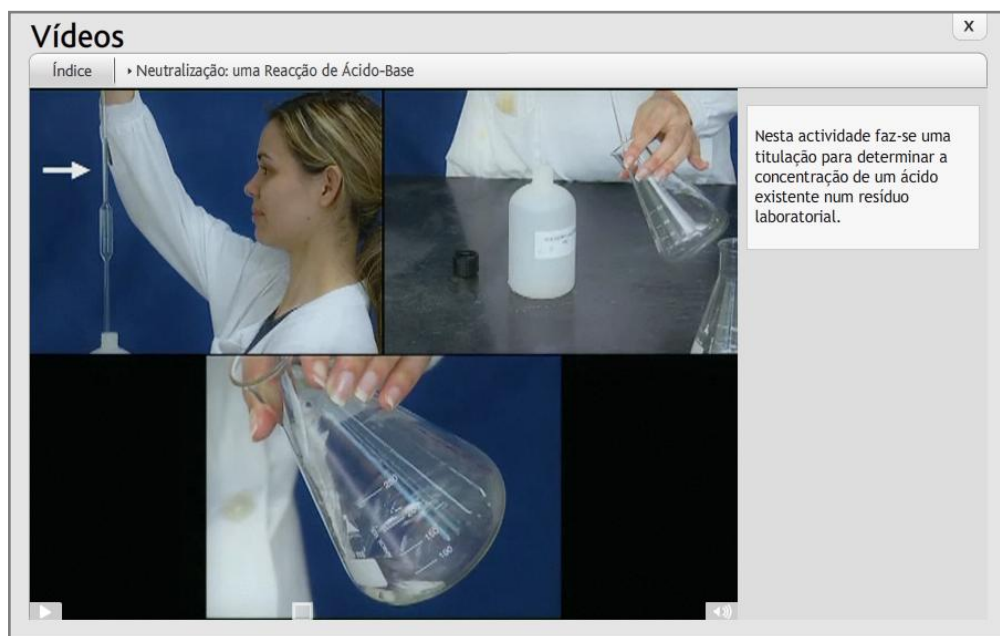


Figura 3.5 – Medição e transferência do titulado para o Erlenmeyer

Após a adição de algumas gotas de indicador a cada uma das amostras de titulado e da observação da cor que o indicador adquire na presença de soluções ácidas (fig. 3.6), o filme passa a descrever a preparação da bureta.



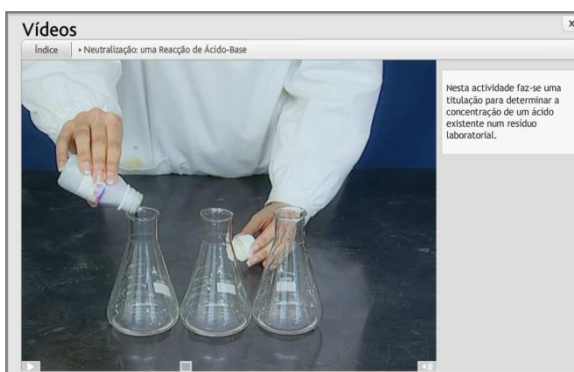


Figura 3.6 A – Adição de indicador

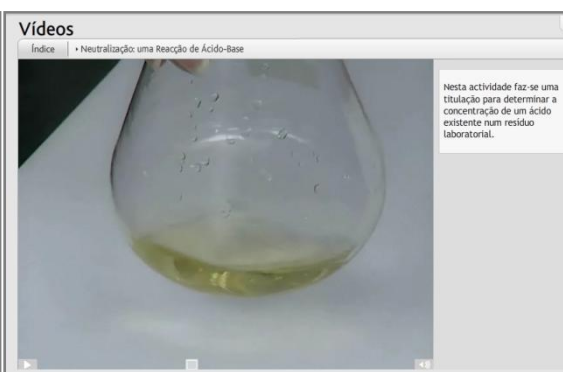


Figura 3.6 B – Cor da solução com o indicador

Relativamente à preparação e utilização da bureta, o vídeo começa por apresentar a técnica de lavagem, seguida da forma correta de enchimento e do acerto do nível de titulante conjugado com a manipulação da torneira (fig. 3.7).

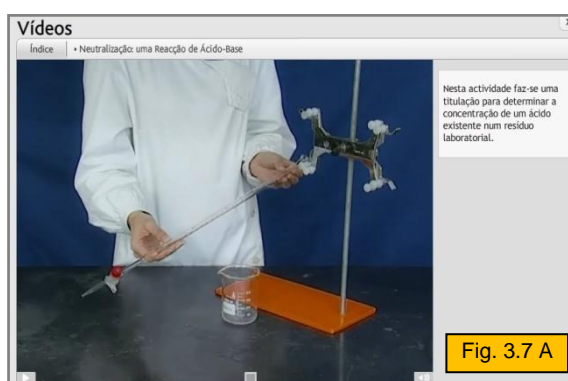


Fig. 3.7 A



Fig. 3.7 B

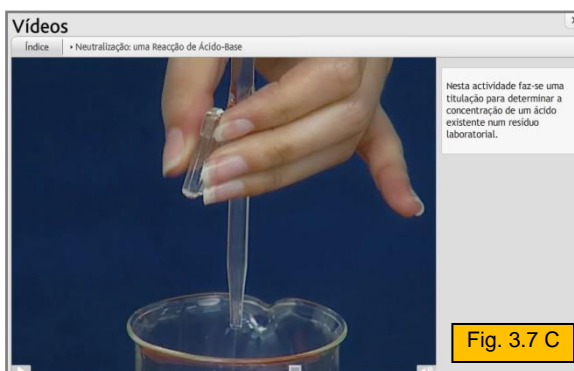


Fig. 3.7 C

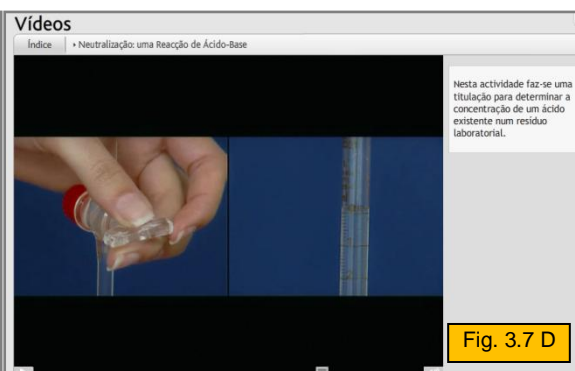


Fig. 3.7 D

Figura 3.7 A – Lavagem ; B e C – Enchimento ; D – Acerto e manipulação da torneira

Neste momento, quando já decorreram 3 minutos e 34 s de vídeo, completaram-se todos os passos do procedimento anteriores à execução da técnica da titulação.

O filme prossegue com a demonstração da adição de titulante ao titulante, mostrando a posição correta da mão esquerda que regula a torneira da bureta e controla

a adição de titulante, e a da mão direita que mantém o erlenmeyer inclinado e em constante agitação (fig. 3.8).

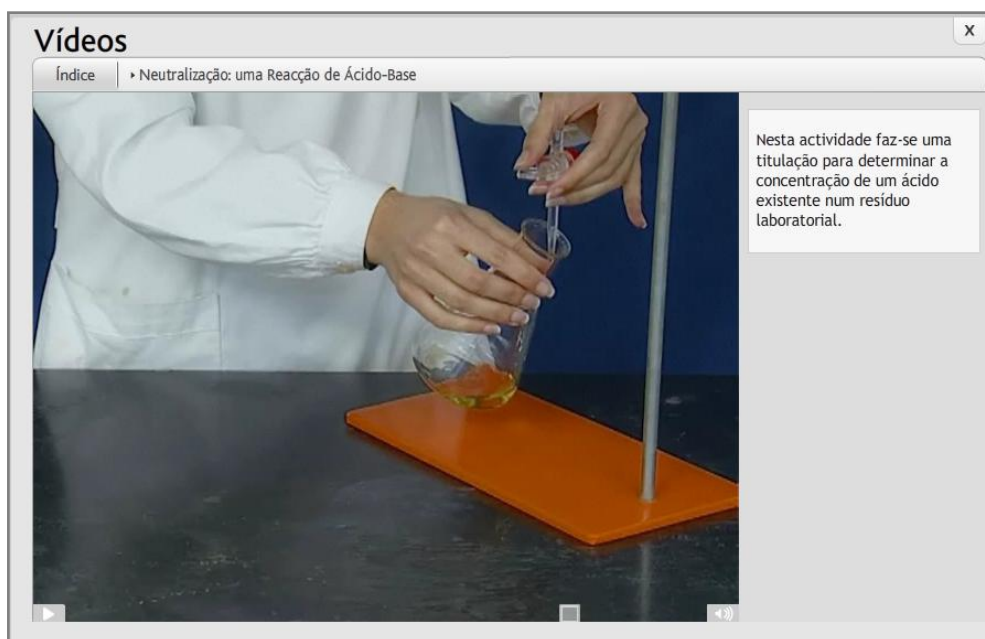


Figura 3.8 – Técnica da titulação

Perto do ponto de equivalência pode observar-se o aparecimento da cor azul do titulado na zona onde cai a gota de titulante e o seu desaparecimento após agitação, como se destaca na figura 3.9 A.

Continuando a adição gota a gota verifica-se logo de seguida a mudança de cor do indicador que permanece com agitação durante alguns segundos (fig. 3.9 B).

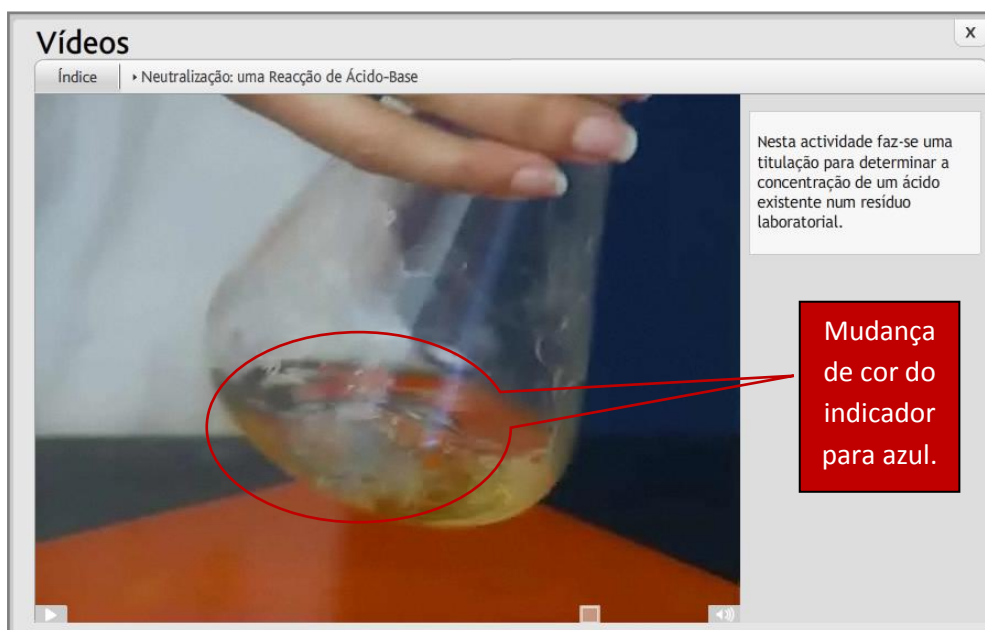


Figura 3.9 A – Início da mudança de cor do indicador

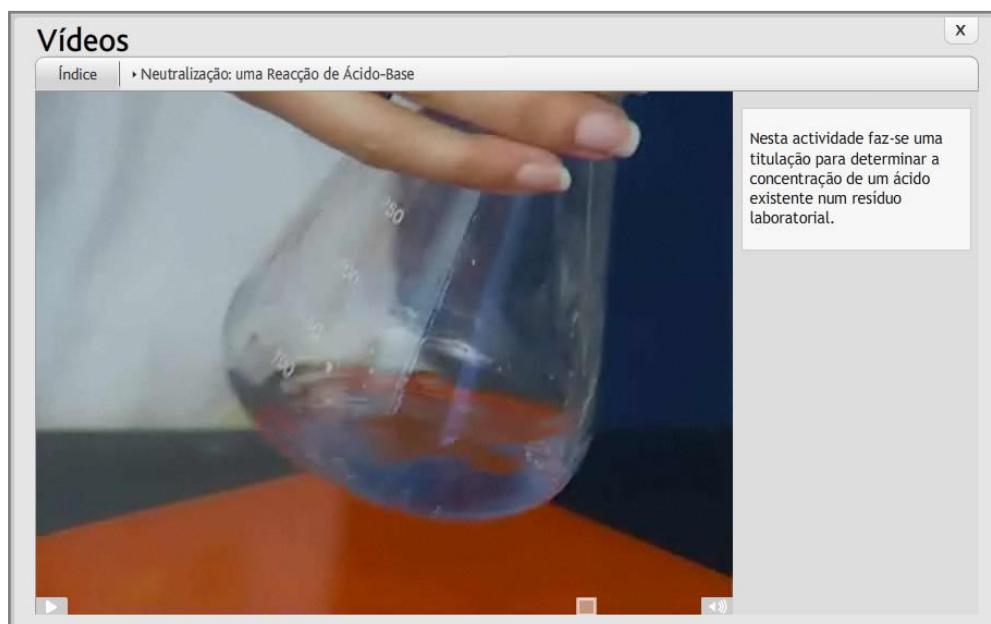


Figura 3.9 B – Mudança completa da cor do indicador

Nesse momento, ao verificar-se a mudança estável de cor do indicador, considera-se que foi atingido o ponto final da titulação e lê-se de seguida o valor do volume final de titulante (fig. 3.10).

O vídeo termina com a realização de mais um ensaio, sugerindo-se a sua repetição de modo a obter três valores que, idealmente, não se afastem mais do que 0,1 mL (fig. 3.11).

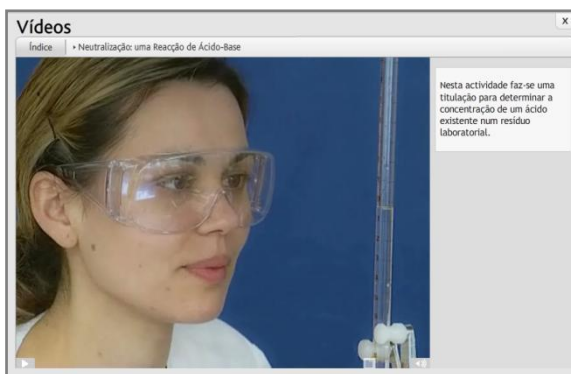


Figura 3.10 – Leitura do volume final

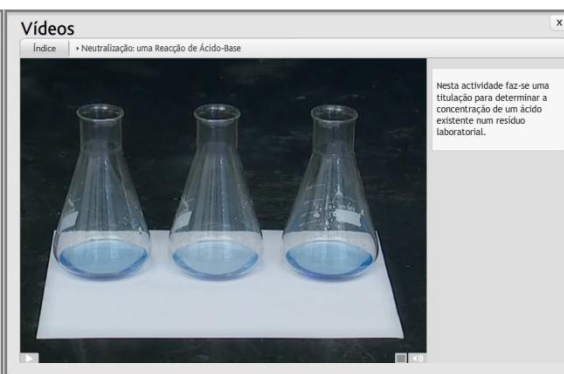


Figura 3.11 – Ensaios realizados

A duração total do vídeo é de 4:40 minutos, no entanto e dependendo da velocidade de processamento do computador, deve contar-se com mais cerca de 1 ou 2 minutos para o CD executar e o vídeo carregar.

Embora não constituindo um objetivo da investigação, sugere-se agora proceder a uma breve avaliação deste recurso educativo, em termos de qualidade técnica, educativa e de expressão audiovisual de acordo com os indicadores apresentados por Ramos (2000).

Em termos de qualidade técnica pouco é possível adiantar, uma vez que os indicadores se relacionam com as diferentes fases de produção do vídeo, às quais não tivemos acesso. No entanto, pode referir-se que o vídeo apresenta uma boa qualidade de imagem e de som em todas as etapas da execução laboratorial, disponibilizando imagens nítidas de cada uma das fases mais fulcrais de todo o processo. Poderia ser importante adicionar legendas ao texto áudio, no sentido de poder ser entendido por alunos com deficiências auditivas.

O texto que acompanha a totalidade do vídeo é fixo e legível, embora diminua um pouco o espaço disponível para a apresentação da imagem. Também é de salientar a impossibilidade de se colocar a apresentação do vídeo em *full screen*, o que é importante quando a projeção é feita para toda a turma e não apenas em computadores individuais.

Relativamente aos indicadores educativos, este recurso permite dar cumprimento aos objetivos de aprendizagem inerentes a esta atividade experimental, não só no domínio técnico, mas também no da compreensão do comportamento ácido – base e da reação de neutralização em estudo.

Tal como é aconselhado como indicador de boa qualidade educativa, este recurso expõe um número de conceitos enquadrados no programa da disciplina, cuja profundidade e dificuldade se adequa à capacidade percetiva dos alunos neste nível de

escolaridade. Os conteúdos abordados no vídeo destacam-se por serem exatos, atuais e expostos com clareza e rigor científico, o que certamente despertará e manterá o interesse dos alunos durante toda a sua visualização.

A duração do vídeo é apropriada, não só em função da quantidade de informação transmitida, mas também em função do nível de atenção e concentração que exige.

No que concerne à expressão audiovisual é importante realçar a boa coordenação das várias etapas que apresentam uma sequência lógica e uma progressão constante, sem repetições desnecessárias e desmotivadoras. No final de cada uma das etapas é resumido ou destacado algum pormenor mais importante a reter e estabelecido um plano sobreposto, onde é possível visualizar pormenores de diversas fases que ocorrem em simultâneo e que se influenciam mutuamente (rever figura 3.7 D).

A locução é pausada, apresenta uma boa dicção e o texto falado que complementa as imagens, reduzindo o grau de polissemia, tem uma duração equilibrada comparativamente ao tempo total do vídeo.

A avaliação final deste recurso resulta numa ponderação elevada em todos os indicadores, sugerindo-se como aspetos a melhorar a inclusão da possibilidade de sua apresentação em ecrã total e a inserção de um plano ampliado da imagem do volume final lido na bureta de modo a ser visualizado com mais definição o menisco formado pelo líquido titulante (fig. 3.10).



## CAPÍTULO 4 – Metodologia da Investigação

A investigação tratada neste trabalho reveste-se de um cariz essencialmente qualitativo já que, sendo um estudo do comportamento humano perante determinada situação, é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorre. Nessa perspectiva, esta análise foca-se mais no processo, na descrição e exploração dos dados obtidos do que nos resultados ou no seu tratamento estatístico.

Deseja-se tentar compreender o caso no seu todo e na sua unicidade, monitorizando e avaliando o impacto da apresentação de um vídeo laboratorial a um grupo de alunos em diferentes momentos, antes e depois da respetiva execução experimental. A análise do processo na sua globalidade trata o grupo turma como o protagonista da investigação, salvaguardando a especificidade de alguns dados mais significativos recolhidos individualmente.

### 4.1 Descrição do estudo

Na sequência da situação problemática apresentada no início da dissertação foi selecionado, entre todos os propostos no mesmo projeto, o vídeo laboratorial “Neutralização: Uma reação ácido base”, já descrito no capítulo anterior, pois pareceu ser aquele que mais se adequa e que mais potencialidades de exploração oferece, quer a nível de destreza laboratorial e complexidade das técnicas envolvidas, quer a nível de conteúdos programáticos definidos para o 11º ano de escolaridade.

Selecionado o recurso didático, e tendo sempre presente a planificação definida a longo prazo pelo grupo disciplinar, nomeadamente no que concerne às atividades laboratoriais e aos conteúdos teóricos envolvidos, foi elaborada uma planificação das aulas (Anexo II) para a aplicação do recurso que envolveu a aula pré laboratorial e a seguinte aula laboratorial.

Atualmente está a ser preparado um modelo curricular com base no “Projeto Metas de Aprendizagem” que pretende ser um documento de apoio ao trabalho de gestão curricular. Porém, nesta investigação e na planificação das aulas utilizou-se a nomenclatura de acordo com o sugerido no programa oficial que está ainda em vigor no presente ano letivo (M.E. 2003).

Foi elaborado também o protocolo experimental ao qual os alunos tiveram acesso na semana anterior à aula laboratorial (Anexo III) no sentido de poderem preparar antecipadamente a atividade, como usualmente lhes é exigido. Para minimizar os riscos e impactos ambientais inerentes a esta titulação, foi adaptado o protocolo experimental proposto nos programas oficiais (M.E. 2003), substituindo a solução de ácido sulfúrico  $0,05 \text{ mol.dm}^{-3}$  por uma solução de ácido clorídrico de concentração aproximadamente  $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ , designada por “resíduo laboratorial” e reduziu-se a quantidade de solução a titular. Utilizou-se como indicador a solução alcoólica de fenolftaleína, pois apesar de apresentar uma menor verdura, facilita a deteção do ponto final. A solução padrão de hidróxido de sódio, utilizada como titulante, foi previamente adquirida e não preparada na aula.

Antes de se proceder ao início da parte prática desta pesquisa, os alunos foram informados dos respetivos objetivos e solicitados a participar de forma séria e empenhada. Foi-lhes facultada igualmente toda a informação sobre o processo em que iriam participar, não só em termos da forma de aplicação do recurso, como em relação aos procedimentos descritos neste capítulo, nomeadamente quais os instrumentos que iriam ser utilizados na avaliação dos resultados da investigação.

Foi produzido um documento onde se requeria a autorização dos encarregados de educação para captar imagens durante uma aula laboratorial de Física e Química A, no âmbito de um projeto de investigação educacional sobre a pertinência da utilização do vídeo laboratorial na aprendizagem dos alunos, onde se salvaguardava que as imagens recolhidas seriam meramente utilizadas para fins académicos e que não seriam publicamente divulgadas (Anexo IV). Todos os alunos e respetivos encarregados de educação autorizaram a captação e utilização de imagens.

Construiu-se um guião de visualização (Anexo V) a aplicar na sequência da apresentação do vídeo, e uma grelha de observação da aula experimental a preencher pelo professor durante a realização da atividade laboratorial (Anexo VI).

A aplicação do vídeo decorreu numa aula laboratorial de 135 minutos, no dia 8 de Maio 2013, estando a turma do 11º ano, que foi sujeita à investigação, dividida em dois turnos. Nessa aula o turno um, nomeado de T1, foi sujeito previamente à visualização do vídeo e ao preenchimento do guião de visualização e de seguida realizou a atividade experimental subdividido em 5 grupos, nomeados T1A, T1B, T1C, T1D e T1E. O segundo turno, T2, subdividido também em 5 grupos (T2A, T2B, T2C, T2D e T2E), iniciou a aula com a realização da experiência, após o que viu o filme e preencheu o guião.

Os elementos de cada grupo de trabalho de ambos os turnos foram selecionados pelo professor de acordo com um critério de homogeneidade em termos de média de rendimento escolar por grupo. Esta distribuição foi bem aceite pelos alunos e resultou tão



bem que os próprios propuseram a manutenção destes grupos nos trabalhos laboratoriais seguintes.

Ambos os turnos (T1 e T2) encontraram o laboratório preparado e com todo o material, reagentes e equipamentos necessários à realização da experiência, disponível para cada um dos grupos de trabalho.

No laboratório foi colocada estrategicamente uma câmara de vídeo fixa que filmou toda a atividade laboratorial, tentando captar o maior número possível de imagens de cada grupo de trabalho e que foi ligada no instante em que os alunos iniciaram a experiência.

No final da aula foram requisitados voluntários para responder a uma entrevista do tipo semiestruturada (Anexo VII) a realizar individualmente na semana seguinte tendo em conta a disponibilidade de cada um.

O quadro seguinte resume os vários momentos já descritos a que foram sujeitos os alunos do primeiro turno (T1) e do segundo turno (T2).

Quadro 4.1 – Momentos da aplicação do recurso

Momentos  Turnos /Grupos		Semana anterior	Durante a aula laboratorial				Semana seguinte
		1º	2º	3º	4º	5º	
T1	T1A	Protocolo experimental	Visualização do vídeo	Preenchimento do guião	Execução laboratorial	Entrevista	
	T1B						
	T1C						
	T1D						
	T1E						
T2	T2A	Protocolo experimental	Execução laboratorial	Visualização do vídeo	Preenchimento do guião	Entrevista	
	T2B						
	T2C						
	T2D						
	T2E						

## 4.2 Participantes

Os alunos que participaram nesta investigação constituem a turma do 11º E da Escola Secundária de Paredes e todos frequentam a disciplina de Física e Química A. A grande maioria dos alunos entrou nesta escola no início do 10º ano e seguiram juntos para o 11º.

A totalidade dos alunos sujeita a esta pesquisa soma 27, sendo 56% do sexo feminino. A média etária é de 16 anos, embora 3 dos alunos já tenham completado os 18 anos. Estes alunos integraram a turma apenas neste ano letivo pois não tinham obtido aprovação à disciplina nos dois anos anteriores e já tinham concluído o 12º ano. Outros dois alunos eram repetentes de 11º ano, embora só se encontrassem a frequentar três disciplinas.

De acordo com a ficha biográfica preenchida no início do ano, estes alunos afirmaram gostar da disciplina de FQA, particularmente da sua componente experimental e referiram o uso frequente do computador, principalmente de forma lúdica e como via de comunicação, mas também para a realização de trabalhos escolares, sendo que a maioria possuía computador em casa ou portátil e tinha acesso à *internet*.

## 4.3 Instrumentos de recolha de informações

Os instrumentos de recolha de dados e informações utilizados neste estudo foram aqueles já referenciados no primeiro ponto deste capítulo e serão, agora, descritos mais pormenorizadamente pela ordem cronológica com que foram aplicados:

### **Guião de visualização do vídeo**

O guião de visualização do vídeo (Anexo V) foi preparado com base nas informações técnicas e de carácter teórico disponibilizadas passo a passo durante o vídeo da atividade laboratorial. Os alunos visualizaram o filme na sua totalidade e logo de seguida preencheram individualmente o respetivo guião cujas questões permitiam salientar ou reforçar determinados aspetos práticos e teóricos inerentes à atividade experimental. Os guiões foram posteriormente corrigidos e classificados.

A classificação das respostas a este guião pretendem tentar esclarecer se as aprendizagens teóricas e técnicas referentes a esta atividade laboratorial foram efetivamente conseguidas através da visualização do vídeo em função do turno laboratorial.

## Observação direta

Utilizaram-se três procedimentos distintos que visaram retirar informações durante a realização da atividade laboratorial executada pelos alunos:

- A colocação de uma câmara de vídeo digital portátil “TOSHIBA - CAMILEO P20” a qual captou o ambiente do laboratório desde o início da atividade laboratorial até à sua conclusão em ambos os turnos.
- A grelha de observação direta, de uso comum em Física e Química, para observação da atuação experimental (Anexo VI), preenchida pelo professor durante a aula laboratorial enquanto os alunos executavam a experiência.
- As notas de campo pretenderam fornecer informações sobre comportamentos e atitudes observáveis, avaliando-se, por grupo e individualmente, a destreza em termos de manipulação de materiais, execução do método, cumprimento de regras de segurança, organização do trabalho e observação genérica de posturas perante determinadas situações fomentadoras de comportamentos eufóricos, de desânimo, de indecisão ou outros.

## Entrevista

Dos alunos que se ofereceram para dar a entrevista foram selecionados três de cada turno em função do seu rendimento escolar, de acordo com as classificações genéricas de “Bom”, “Médio” e “Fraco” atribuídas pelo professor, perfazendo a totalidade de 6 entrevistas individuais.

Neste estudo optou-se por realizar uma entrevista semiestruturada na medida em que foi considerada aquela que mais se adequa, não só à obtenção das informações que previamente se desejavam ver esclarecidas, mas também por permitir uma reorganização estrutural e interativa no decorrer da entrevista. Ao incluir esta possibilidade de reestruturação o investigador visa obter o esclarecimento de alguns aspetos menos previsíveis que vão despontando ao sabor do rumo da própria entrevista.

Este tipo de entrevista pressupõe o envolvimento pessoal do professor / investigador dentro da esfera mais restrita dos alunos, o que transmite um certo clima de informalidade e tem a vantagem de permitir uma maior liberdade de expressão e um decréscimo do distanciamento entre ambas as partes. Esta aproximação influenciará positivamente a obtenção de informação, contudo, é conveniente que não se perca a objetividade na recolha de dados sob pena de se estar a introduzir um desvio exagerado relativamente ao ponto fulcral do estudo.

A entrevista foi organizada antecipadamente, tendo-se elaborado um guião (Anexo VII) que considera três partes fundamentais e cujos objetivos se descriminam no quadro seguinte:

Quadro 4.2 – Objetivos da entrevista

<b>Primeira parte – Foco no sujeito e no sucedido</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar o sujeito sob o ponto de vista das suas caraterísticas.</li> <li>✓ Compreender qual a contribuição da visualização do filme sobre a atividade experimental na motivação e no gosto pela aprendizagem em Química.</li> <li>✓ Compreender qual a contribuição da visualização do filme sobre a atividade experimental na aprendizagem das técnicas laboratoriais envolvidas e no desenvolvimento de competências cognitivas.</li> <li>✓ Compreender qual o impacto do momento da visualização do vídeo.</li> <li>✓ Procurar falhas na interpretação ou na execução dos processos laboratoriais.</li> <li>✓ Detetar dúvidas ou dificuldades que possam ter surgido durante qualquer uma das etapas do processo.</li> </ul>
<b>Segunda parte – Foco no recurso e na estratégia didática</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recolher opiniões sobre a forma como decorreu a aplicação do processo.</li> <li>✓ Recolher propostas para aperfeiçoar a estratégia didática usando o vídeo educativo.</li> <li>✓ Recolher propostas para aperfeiçoar o recurso didático utilizado.</li> </ul>
<b>Terceira parte – Foco na aprendizagem de conteúdos e de técnicas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar se a aprendizagem dos conteúdos foi realmente favorecida com a apresentação do vídeo.</li> <li>✓ Verificar se a aprendizagem das técnicas laboratoriais foi realmente favorecida com a apresentação do vídeo.</li> </ul>

O bloco final de questões incluído na entrevista teve como intuito verificar se a aprendizagem dos conteúdos e das técnicas foi realmente favorecida com a apresentação do vídeo, uma vez que as respostas dos alunos poderiam ser influenciadas pela perceção que eles próprios teriam sobre o que aprenderam. Nesse sentido, surgiu a necessidade de incluir questões específicas sobre conteúdos teóricos e execuções técnicas relacionadas com a atividade experimental desenvolvida.

A consciencialização de que o tipo de entrevista concebida poderia redundar num efeito de desejabilidade social, levou a que durante a mesma houvesse o cuidado de

pedir recorrentemente aos entrevistados que clarificassem as respostas, através da exemplificação, sempre que se detetou que as informações obtidas poderiam recair exclusivamente no domínio do expectável ou do desejável. Também houve o cuidado de esclarecer cada aluno entrevistado de que o resultado da entrevista não constituía instrumento de avaliação da respetiva performance académica e cognitiva, diminuindo-se assim o grau de ansiedade a que estariam sujeitos.

Todas as entrevistas individuais foram orientadas, gravadas e posteriormente transcritas pelo professor. Após a gravação de cada uma assinalaram-se, nas notas de campo, alguns comportamentos verbais e não-verbais dignos de registo, bem como o ambiente em que decorreu. Posteriormente, esse registo, permitirá elencar hipóteses mais seguras sobre a autenticidade das respostas e o grau de liberdade com que foram produzidas.

Paralelamente à aplicação dos instrumentos descritos foi-se elaborando um registo informal de atitudes, comportamentos e reações protagonizadas por alguns dos intervenientes e que intuitivamente foram considerados significativos. Estes registos irão surgir em sequência da análise dos resultados dos outros instrumentos de aferição como reforço, ou como justificação das tendências verificadas, ou ainda como conjeturas de novos desafios de investigação.

No capítulo seguinte particularizam-se os resultados obtidos a partir de cada instrumento e procede-se ao respetivo tratamento e discussão.



## CAPÍTULO 5 – Apresentação, Análise e Discussão de Resultados

Recorde-se, neste momento, a problemática fundamental que motivou o início desta investigação e que propõe esclarecer se os diferentes momentos de utilização de um vídeo experimental, a montante e a jusante da realização da respetiva atividade, potenciam de forma diferente o desenvolvimento de competências cognitivas e processuais, particularmente centradas nos conteúdos teóricos e nas técnicas laboratoriais subjacentes à execução experimental. Nesta dinâmica importa também monitorizar e compreender o processo da aplicação do vídeo assim como avaliar o seu impacto.

Na sequência deste processo, apresentam-se, neste capítulo, os resultados e informações obtidas através de cada um dos instrumentos utilizados.

### 5.1 Guião de visualização do vídeo laboratorial

As respostas de cada aluno foram classificadas em termos percentuais, tendo sido ponderada posteriormente uma média para cada grupo de trabalho e uma média global para cada turno. Os dados foram tratados por estatística descritiva numa folha de cálculo do programa *Excel* e representados em função dos conteúdos teóricos e práticos testados.

Pela leitura do gráfico 5.1 é possível inferir que, em média, ambos os turnos de trabalho obtiveram classificações superiores nas competências práticas quando comparadas com as obtidas nas teóricas. Saliente-se o turno T2, que visualizou o vídeo após ter executado a atividade laboratorial, e alcança um resultado mais elevado do que o turno T1 na informação sobre a aquisição das mesmas competências de carácter experimental.

Esta constatação é de certa forma compreensível na medida em que os alunos já tinham realizado o trabalho e, portanto, a visualização do vídeo terá servido para recordar e destacar os aspetos mais significativos e, eventualmente, realçar alguns erros cometidos durante a atividade experimental.

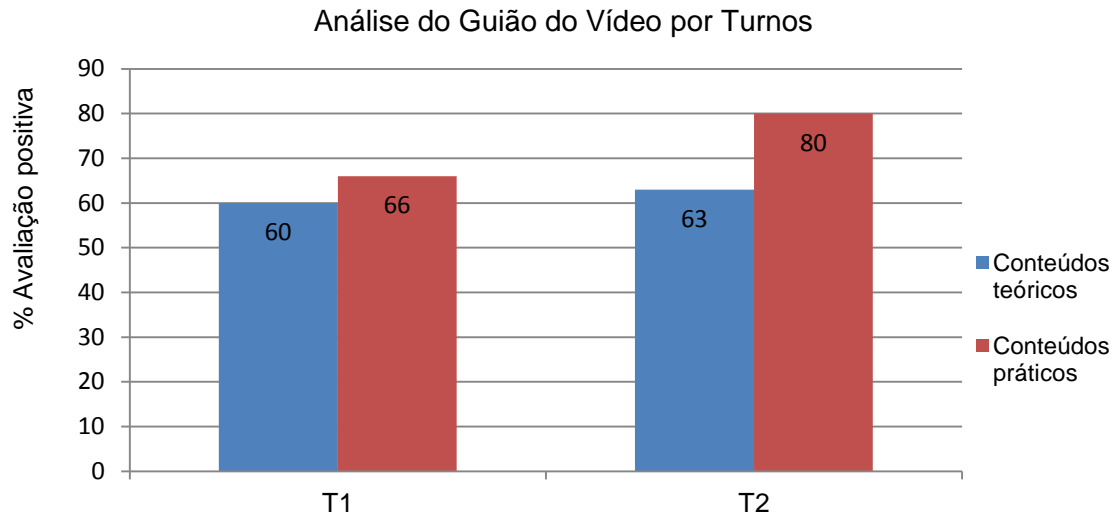


Gráfico 5.1 – Avaliação percentual média por turnos

Os comportamentos de ambos os turnos durante a visualização do vídeo foram registados fotograficamente e podem ser comparados observando as fotos 5.1 e 5.2.



Figura 5.1 – Visualização do vídeo e preenchimento do guião do T1 antes da execução laboratorial



Figura 5.2 – Visualização do vídeo pelo turno T2 após a execução laboratorial

Observando as imagens pode-se detetar que os alunos do T2, aparentavam uma maior descontração no momento da visualização do vídeo e exprimiam comportamentos mais entusiásticos ao reconhecerem que executaram certos procedimentos, “...eu fiz



*aquilo...*”, ou ao identificaram a forma correta de executar determinado processo *“...assim com o vídeo é muito mais fácil...”*. O envolvimento dos alunos deste grupo remete para a componente afetiva pois, ao verem o vídeo, puderam retirar significado do que estavam a ver e conseqüentemente comparar o seu comportamento com o modelo oferecido, num quadro de maior implicação pessoal.

Nas atitudes do primeiro turno, que viu o vídeo antes de executar a atividade laboratorial, pôde observar-se uma maior preocupação em reter as informações transmitidas, talvez por se sentirem muito inseguros quanto aos aspetos práticos da execução laboratorial. Apresentaram um comportamento escolar aparentemente mais passivo, privilegiando o envolvimento cognitivo manifesto na atenção com que visualizaram o vídeo. Todavia, esta preocupação não se traduziu numa alavancagem imediata das competências avaliadas pelo guião. Poderá ter surtido mais efeito no momento da aplicação prática, ou seja, no momento do confronto com as técnicas laboratoriais? Esta questão será retomada aquando da análise dos resultados da observação direta relativamente à execução experimental.

Também, o turno T2 obtém resultados ligeiramente superiores quando se avaliam no guião conteúdos de carácter mais teórico, embora a diferença não seja tão significativa.

Na tentativa de explorar mais pormenorizadamente estes dados, lançou-se um olhar mais detalhado sobre a performance média de cada grupo de trabalho. Esse estudo revelou os resultados explanados no gráfico 5.2.

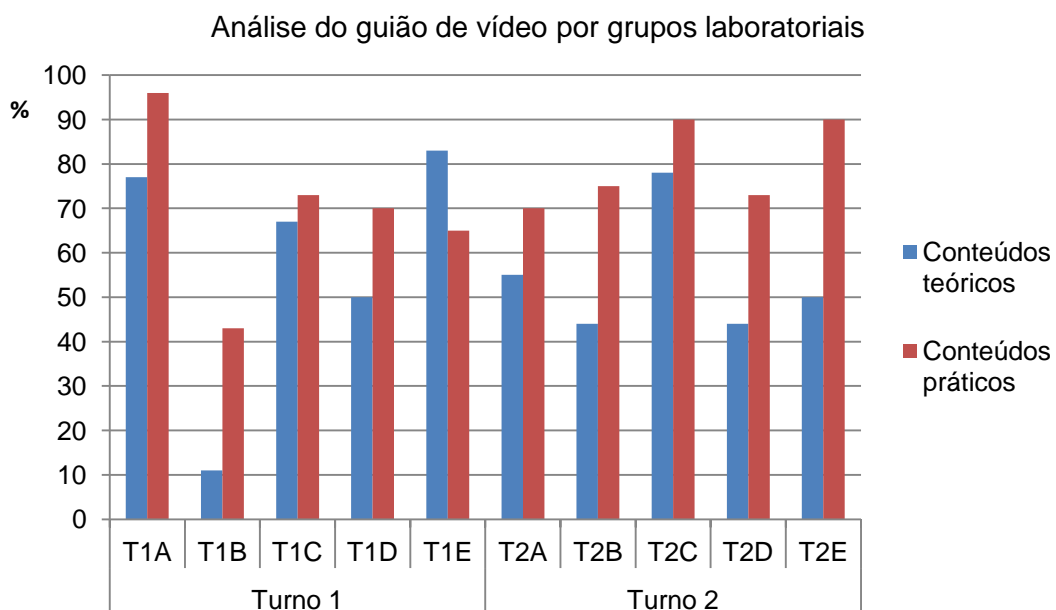


Gráfico 5.2 – Avaliação percentual média por grupos laboratoriais

Repare-se que, com exceção do T1E, todos os grupos conseguiram resultados mais elevados na avaliação da componente prática experimental do que na componente teórica. O grupo T1E era constituído por dois alunos, tendo um deles características muito diferentes do outro, nomeadamente devido ao elevado interesse, desempenho e facilidade na aquisição e na compreensão de conteúdos demonstrados sempre no decorrer da sua performance escolar, particularmente nos testes de avaliação sumativa de carácter mais teórico. Este grupo evidenciou, em média e por análise das respostas ao guião de visualização do vídeo, ter mais competências teóricas do que técnicas, constituindo-se como exceção relativamente aos restantes grupos.

## 5.2 Observação direta

Avaliou-se a destreza e o desempenho laboratorial pela análise da grelha de observação da atividade experimental e pela análise do vídeo filmado durante a aula prática. Durante essa aula, e devido à necessidade da intervenção do professor, só foi possível preencher parcialmente a grelha, mas esta foi completada posteriormente recorrendo às informações do filme e às notas de campo.

Ambos os indicadores apontaram para a superioridade na execução laboratorial demonstrada pelos elementos do primeiro turno, T1, em termos de manipulação de materiais, e de execução do método. Também a organização do trabalho foi claramente melhor no primeiro turno, o que se confirma pelas filmagens da aula, onde os alunos do segundo turno se apresentaram muito hesitantes, inseguros e com muitas dificuldades na tomada de decisão sobre qual o procedimento a seguir, nomeadamente no início da experiência.

Compare-se a imagem da figura 5.3A com a da 5.3B, ambas retiradas do filme gravado durante a aula, onde se pode observar que ao fim de cerca de 8 minutos os alunos do segundo turno ainda procuravam orientações no protocolo e se mostravam muito inseguros até na identificação de materiais, enquanto os do primeiro, mais treinados pelo vídeo, já mediam as tomas iniciais de ácido ao fim de cerca de 4 minutos. Também se deve salientar que os alunos do primeiro turno concluíram o trabalho em cerca de 48 minutos e os do segundo turno em cerca de 67 minutos.



Figura 5. 3 A – Execução laboratorial T1 (4:22)



Figura 5.1 B – Execução laboratorial T2 (8:22)

No segundo turno, o professor foi mesmo obrigado a intervir e a exemplificar o procedimento para a lavagem e enchimento da bureta, pois os alunos não conseguiam executar corretamente esse passo, embora ele tivesse sido explicado no protocolo experimental a que todos tinham tido acesso antecipadamente. Alguns grupos deste turno demonstraram ter muitas dificuldades na obtenção de resultados concordantes.

Este resultado era previsível, pois os alunos que viram o vídeo laboratorial antes de executar a experiência já tinham uma ideia mais concreta e representativa de toda a sequência processual, assim como dos materiais e técnicas envolvidas, não estando apenas vinculados ao protocolo laboratorial disponibilizado.

Os alunos do primeiro turno mostraram-se entusiasmados e com padrões de ação mais intencionais, embora também tenham apresentado algumas dificuldades na realização de certos procedimentos, nomeadamente na forma correta de posicionar as mãos durante a adição da solução titulante e na identificação do ponto final da titulação.

Tanto nas anotações registadas na grelha de observação, como na análise do filme pode-se confirmar o cumprimento das regras de segurança por todos os alunos.

Consultando as notas de campo referentes à atitude comportamental dos alunos verificou-se que todos estavam bastante preocupados em realizar corretamente o trabalho, mas que sentiram bastantes dificuldades, supostamente por ter sido a primeira vez que executaram uma atividade laboratorial envolvendo a complexidade técnica e processual de uma volumetria ácido-base. Particularmente, os alunos do segundo turno sentiram-se um pouco desamparados pois, além de não terem tido o apoio prévio do vídeo, não usufruíram de uma presença tão interventiva do professor como é usual nas aulas laboratoriais, tendo apelado mais frequentemente ao seu apoio e intervenção.

Apesar do professor ter sido muito mais ativo durante a execução laboratorial do segundo turno do que o foi no primeiro, a sua presença também se revelou fundamental

pois, apesar do material estar previamente preparado e testado, houve necessidade de substituir *pompets* e uma bureta que não vedava convenientemente.

Saliente-se, do ponto de vista da ecologia da investigação (Bronfenbrenner, 1979), o facto de todos os intervenientes neste processo estarem conscientes da presença do observador e do registo em vídeo de toda a atividade desenvolvida por cada um deles e portanto, sujeitos ao efeito dos desvios comportamentais inerentes a essa condição, à excitação perante novas situações e ao desconforto provocado pelo medo do registo permanente de algum fracasso.

Provavelmente em consequência do exposto no parágrafo anterior observou-se, num dos alunos do segundo turno, um comportamento diferente em relação ao que é normalmente manifesto. Usualmente o aluno assume atitudes de autoconfiança e de descontracção excessiva, mas neste trabalho estava particularmente preocupado com seu desempenho e na obtenção de resultados concordantes.

### 5.3 Entrevista

Os documentos resultantes da versão escrita de cada uma das entrevistas gravadas com os seis alunos (três de cada turno), selecionados de acordo com os critérios apresentados anteriormente, foram introduzidos num programa de tratamento de dados qualitativos, o “NVIVO10”. A cada um dos alunos entrevistados foi atribuído um código que o identifica com o turno e com grupo de pertença. Assim, do turno 1 entrevistou-se o aluno T1A, o aluno T1B e o aluno T1C e do segundo turno o aluno T2A, o T2B e o T2C.

O “NVIVO” é um *software* que suporta métodos de pesquisa qualitativos e mistos que foi utilizado nesta investigação para reunir, organizar e analisar os conteúdos das entrevistas. No tratamento dos dados, recorreu-se ao método da revisão constante e da codificação aberta, pois durante a entrevista surgiram novas questões e respostas não esperadas que induziram a uma categorização diferente da inicialmente prevista, pelo que foi necessário estabelecer novas conexões e abrir novos ramos de pesquisa.

A reorganização final pode traduzir-se nas representações esquemáticas que se vão reproduzindo e analisando seguidamente por partes.

## Hábitos e Motivação

Os alunos foram questionados sobre a frequência com que viam filmes laboratoriais ou teóricos e sobre local onde o faziam para a preparação de aulas práticas ou para exploração de conteúdos.

Quatro dos alunos inquiridos referiram que não têm hábitos de visualização de filmes laboratoriais nem nas aulas, nem em casa, embora dois alunos do T1 procurem de *motu próprio*, e para preparar a ida para o laboratório, encontrar na *internet* algum vídeo sobre a atividade em causa no sentido de clarificar ou colmatar dúvidas essencialmente de execução prática:

*“Quando vejo filmes didáticos são sempre experimentais. Vejo no You Tube em casa, por vezes antes das experiências, pois ficamos a perceber melhor aquilo que vamos fazer e não só a partir da leitura do protocolo”* (aluno T1C).

Também salientam a sua utilidade para compreender melhor os conteúdos a trabalhar:

*“...mas em casa às vezes procuro filmes sobre as atividades experimentais que existem na internet para perceber melhor. Aliás sobre esta atividade já tinha visto uns vídeos, mas não o que a professora mostrou”* (aluno T1A).

A partir das respostas pode-se concluir que a principal razão da procura do vídeo laboratorial relaciona-se com a necessidade de demonstração do processo laboratorial, principalmente em trabalhos que envolvam uma componente prática mais complexa.

Relativamente aos hábitos de visualização de filmes didáticos de carácter mais teórico, todos dos alunos responderam que apenas veem os que são apresentados nas aulas de Física e Química e de Inglês, ou aqueles disponibilizados na plataforma *Moodle* na página da disciplina de Física e Química. No entanto, como é referido por dois alunos, consideram ser uma metodologia adequada a uma melhor compreensão de certos temas:

*“Sim, acho que é importante porque nos ajuda a entender melhor quer teoricamente quer na prática. Costumo ver todos os que a professora nos manda ou põe na plataforma Moodle.”* (aluno T1B).

*“Sim, aprende-se alguma coisa, vemos por vezes em Inglês e em Física e Química”* (aluno T2C).

Embora a sua menor expressão, é importante salientar que dois alunos mencionaram a consulta exclusiva ou paralela de livros: *“Normalmente não vejo filmes teóricos, já cheguei a ler coisas sobre a teoria”* (aluno T1C), ou: *“...vejo em casa ou procuro nos livros”* (aluno T1A).

## Importância do vídeo na compreensão de conteúdos

Inquiriu-se os alunos sobre as vantagens que a visualização do vídeo teria em termos de entendimento de conteúdos teóricos e/ou técnicos. A tabela resume a categorização atribuída às respostas e o número de referências encontradas.

			Referências	Fontes
Importância do vídeo	Indiferente na compreensão de conteúdos teóricos		6	5
	Vantagens na compreensão de conteúdos	Técnicos	11	6
		Teóricos	1	1

Tabela 5.1 – Importância do vídeo na compreensão de conteúdos – Referências / Fontes

Da análise da tabela verifica-se que todos os alunos reconhecem vantagens na visualização do vídeo, principalmente para o entendimento das técnicas laboratoriais e, genericamente, não encontram benefícios no que concerne ao entendimento dos conteúdos teóricos. Reproduzem-se algumas respostas mais expressivas:

*“Depois de termos visto, é muito mais fácil executar com mais rigor o trabalho”* (aluno T1C) ou, *“...foi muito positivo pois ajudou-nos a perceber como fazer melhor e ter mais confiança no que estávamos a fazer.”* (aluno T1B)

*“O vídeo ajudou, mas tinha mais a ver com a parte experimental de saber como é que tínhamos de fazer. Eu estava mais atenta à parte da técnica, como deveria ter feito, do que ao que a locutora estava a dizer. Nós, os alunos estamos mais atentos para saber como é que vamos fazer, para não fazer errado, do que propriamente para saber o que estamos a fazer”* (aluno T2B)

Como se entende, os alunos demonstram muita preocupação com o produto da aprendizagem em detrimento do processo, uma vez a que maioria se focaliza na execução correta do procedimento ou na correção subsequente dos erros cometidos e remete a compreensão e os motivos pelos quais se recorre a determinado procedimento, para segundo plano.

Ressalve-se a resposta de uma aluna do primeiro turno, que em todos os momentos se foca não só no saber fazer, mas também faz questão de discutir e procurar entender os fundamentos dos métodos. Esta aluna, mesmo tendo preparado intensamente a atividade laboratorial proposta com base no protocolo experimental e na busca autónoma, encontrava-se apreensiva sobre a forma correta de manusear a bureta e sobre as razões pelas quais certas operações eram executadas. A prévia apresentação do vídeo resolveu as suas inseguranças, como se pode comprovar pela resposta da

aluna: *“Quanto à atividade prática em si, ajudou a compreender muito melhor como temos de fazer todas as coisas. Por exemplo, a parte de lavar a bureta que não tinha entendido como e para que era feita e depois no vídeo explicava.”* (aluno T1A).

### **Importância da execução prática laboratorial versus visualização do vídeo**

Na sequência das respostas obtidas surgiu a necessidade de questionar sobre qual das estratégias os inquiridos consideraram mais importante para a compreensão das técnicas laboratoriais, se a visualização do filme, se a execução prática da titulação. Os alunos foram unânimes em afirmar que o vídeo não dispensa, e muito menos substitui, a prática laboratorial. Aliás, quando se colocou esta pergunta, notou-se algum desconforto devido ao receio de que esta investigação pudesse ter como objetivo a permuta da atividade prática pela visualização de um filme. Os alunos reforçaram o seu desejo de realizar sempre o trabalho experimental, sob pena de não o compreenderem bem, como se pôde constatar no modo apaixonado com que enfatizaram as respostas. Ressalvam, no entanto, a utilidade do vídeo na perceção dos erros cometidos e na ajuda à demonstração das técnicas.

*“Sim, sem dúvida. Os professores dizem como fazer, mas nós não estamos propriamente a imaginar como é que as coisas realmente se fizeram. No laboratório nós temos noção daquilo que deve ser feito e do processo todo para originar determinado produto, por exemplo”* (aluno T2B).

*“... é mais importante a execução prática, embora o vídeo permita visualizar o que fizemos de errado”* (aluno T2B).

*“Sim, é fundamental pois o filme não substitui a atividade experimental, é necessário ir para o laboratório para compreendermos. Aliás, se decidirmos escolher um curso em que seja necessário agirmos em laboratório, não o saberemos se não tivermos já uma base prática assim como estas atividades laboratoriais, e acho que conseguimos ter um desempenho muito melhor”* (aluno T1A).

*“O vídeo ajuda muito a visualizar as técnicas laboratoriais, mas é durante a execução prática que realmente aprendemos a fazer a experiência”* (aluno T1A).

### **Importância do preenchimento do guião de visualização do vídeo**

No seguimento da entrevista questionou-se qual a pertinência do preenchimento do guião de vídeo após a visualização. Todos os alunos inquiridos foram categóricos em valorizar o seu preenchimento no sentido do reforço dos aspetos mais relevantes que o vídeo focava. Ambos os turnos de trabalho apresentaram essa perspetiva, independentemente do momento de realização da atividade experimental. Salientem-se algumas respostas:

*“Sim foi importante para salientar alguns aspetos e para estarmos mais atentos ao vídeo pois sabíamos que teríamos de preencher o guião e portanto ficamos com mais conhecimento por termos estado mais atentos.”* (aluno T1C)

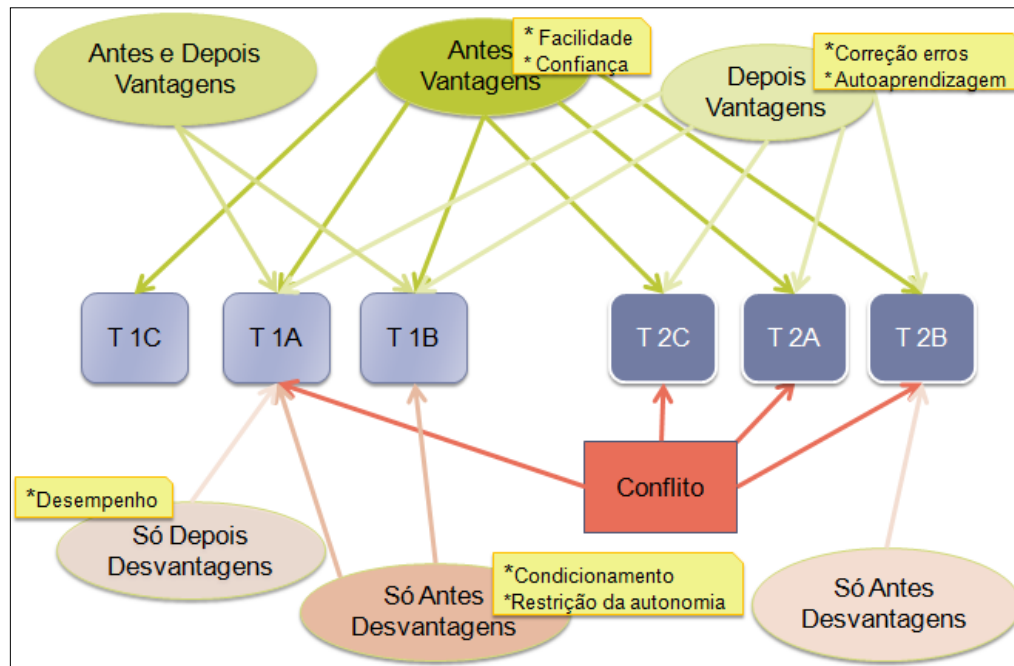
*“Sim, foi importante mesmo sem ser para avaliação. Acho que devíamos fazer mais vezes para reforçar e salientar aquilo que é importante da atividade laboratorial que muitas vezes nem nos apercebemos durante a atividade mas que é reforçado no final.”* (aluno T2B)

### **Importância do momento da apresentação do vídeo**

Uma das questões fundamentais desta investigação relaciona-se com a perceção dos alunos relativamente ao momento ideal para a apresentação do vídeo laboratorial. Nesse sentido, os alunos foram solicitados a comentar fundamentadamente sobre qual seria o momento mais conveniente para o fazer. A pergunta, previamente planificada na estruturação da entrevista, questionava os alunos que tinham visualizado o vídeo antes da execução prática, se achariam importante ver o vídeo depois e inversamente para os elementos do segundo turno. Esta questão gerou muita controvérsia e obrigou a várias reestruturações durante o inquérito pois os alunos de ambos os turnos encontraram vantagens e desvantagens na visualização do filme em qualquer um dos momentos, bem como em ambas as ocasiões.

As respostas foram codificadas de acordo com as categorias apresentadas no esquema 5.1 em função das fontes de proveniência.





Esquema 5.1 – Importância do momento de visualização do vídeo

Analisando o esquema pode-se atestar que todos os inquiridos admitiram a utilidade da apresentação do vídeo antes da execução prática, fazendo essa referência em várias alturas no decorrer da entrevista (11 referências provenientes de 6 fontes). Mencionam que a visualização prévia facilita a execução experimental, diminuindo o grau de ansiedade e aumentando a confiança com que se dirigem para o laboratório, pois permite dissipar dúvidas formadas aquando da preparação pré-laboratorial apenas com recurso ao protocolo experimental ou mesmo com a explicação do professor.

*“Por um lado, antes, ajuda-nos a fazer a atividade laboratorial muito melhor pois acaba por não nos deixar “stressados” por não nos estar a dar direito.”* (aluno T1A)

*“Em casa preparamos o trabalho, mas se tivéssemos visto o filme antes da realização laboratorial, esta seria mais fácil de fazer.”* (aluno T2C)

Foi difícil encontrar uma resposta perentória pois os alunos, exceto um do T1, contra argumentaram as suas próprias afirmações, assinalando também vantagens na visualização do vídeo após a execução laboratorial e reconhecendo desvantagens na visualização antes. Os ganhos na visualização posterior decorriam principalmente da possibilidade de avaliarem criticamente o seu desempenho laboratorial, nomeadamente, identificando os erros cometidos e, em alguns casos, de uma preocupação com o aprofundamento da aprendizagem. Estes alunos, que manifestam concepções qualitativas, não se acomodam à reprodução de tarefas, ainda que reconheçam o seu mérito por se poderem consubstanciar numa classificação mais elevada, mas procuram o conhecimento de uma forma mais interativa e meritocrática. Veja-se como a situação conflitual gerada se expressa de forma diferente nas respostas de dois alunos. O primeiro

traduz o conflito entre a facilidade e a implicação pessoal e o segundo remete para o conflito entre um melhor desempenho laboratorial e a inibição de comportamentos exploratórios que decorre da visualização prévia do vídeo:

*“Antes, seria importante, porque assim já sei como tenho de fazer durante a atividade é só reproduzir o que vi.(...). Por outro lado, se não vir o filme antes, tento fazer, procuro fazer e isso leva a que aprenda mais. Por tudo isto acho que será mais importante ver depois para ver se fizemos bem. Ou seja, acho que se aprende mais se fizer a atividade primeiro e vir o vídeo depois, mas é mais fácil se vir o vídeo primeiro e fizer a atividade depois.”* (aluno T2A)

*“Ver o vídeo só depois da experiência, provavelmente não iria fazer tão bem pois apesar de ler o protocolo, poderia não entender muito bem como lavar a bureta por exemplo e acabava por haver erros na execução prática, e mesmo nos resultados finais, que não conseguiríamos eliminar. Ao vermos o filme antes ficamos também um pouco condicionados pelo que vimos pois achamos que isso é que está correto e queremos repetir o que vimos para termos uma boa nota laboratorial e por isso, o vídeo acaba por nos restringir um bocadinho e não podemos explorar a capacidade de imaginação para podermos fazer as coisas”* (aluno T1A)

Curiosamente, é somente entre os alunos do primeiro turno (T1A e T1B) que se encontram referências a aspetos negativos acerca da visualização do vídeo apenas antes da execução laboratorial. Os alunos indicam o condicionamento a que ficam sujeitos relativamente ao procedimento sugerido e a restrição da possibilidade do desenvolvimento de competências autónomas e investigativas. Consequentemente, foram estes os únicos alunos a assumir a importância da apresentação do recurso antes e depois da atividade, pois nenhum dos dois conseguiu renunciar às vantagens provenientes da visualização prévia à qual tinham sido sujeitos.

Nenhum dos alunos do segundo turno, T2, prescinde do momento em que ocorreu para eles a visualização do filme, pois apesar de se terem sentido mais desconfortáveis e de identificarem as vantagens do contacto anterior, reconhecem os ganhos de aprendizagem decorrentes desse momento, elegendo-o como o mais oportuno após a gestão da situação conflitual decorrente da análise feita.

*“No entanto, ao ver no final temos mais atenção para aquilo que fizemos de errado e podemos corrigir para a próxima. É a aprendizagem através do erro: sabemos onde erramos, onde temos de melhorar e lembramo-nos melhor de como deveríamos ter feito. Causa um impacto mais forte ver o vídeo no fim”* (aluno T2B).

Apenas este aluno do segundo turno aponta desvantagens em ver o vídeo nos dois momentos pois considera que o impacto causado pela segunda visualização seria menor.

## Importância da estratégia didática e aspetos técnicos do vídeo

O segundo bloco de questões constantes na entrevista teve como objetivo recolher informações sobre as qualidades técnicas e pedagógicas do vídeo, tentando perceber qual o impacto da sua apresentação como estratégia inovadora.

Primeiro tentou-se apurar qual a impressão causada pela qualidade do vídeo em termos técnicos na ótica do utilizador e os alunos todos consideraram que o filme apresentado possuía a qualidade, a duração e o conteúdo adequado aos conteúdos abordados. Repare-se na preocupação, novamente expressa por um aluno do primeiro turno, pela reprodução correta do procedimento visualizado e na ênfase colocada por um outro aluno do segundo turno na explicação do processo relativo a cada procedimento, demonstrando uma perspetiva mais integrada do saber.

*“Acho que o vídeo estava bem feito, explicava as coisas como tínhamos de fazer, tinha as imagens nítidas para nós entendermos aquilo que estavam a fazer, mostrava as medidas de precaução e todo o processo o que nos motiva a tentar fazer como está no vídeo.” (T1A)*

*“A duração era a indicada e percebia-se muito bem pois eles eram muito claros e diziam passo a passo o que deveria ser feito, referindo sempre os nomes dos materiais e dos processos, até coisas que nós pensamos que eram insignificantes, mas que quando vamos a fazer se tornam importantes para fazer um bom trabalho. Por isso não se limitavam a descrever o que se vai fazer, mas antes explicavam o objetivo de cada processo e o porquê da utilização de alguns materiais, explicando o procedimento de acordo com a parte teórica” (T2B).*

Seguidamente tentou determinar-se qual a impressão causada a nível afetivo pela apresentação deste recurso tecnológico e se seria produtiva a integração recorrente da estratégia na exploração dos trabalhos experimentais. Todos os alunos apreciaram e mostram-se entusiasmados com a nova abordagem didática, salientando que será mais importante a replicação futura apenas em trabalhos que envolvam técnicas mais complexas e menos familiares para eles, de modo a que se diluam as desvantagens apontadas anteriormente, como a inibição de comportamentos exploratórios, e sejam realçados os benefícios do apoio visual na explicação do procedimento.

*“Nas atividades tecnicamente mais simples, a visualização do vídeo não é muito importante pois, pelo protocolo podemos realizar a experiência e não nos condiciona tanto a imaginação ao que vimos num vídeo” (T1C)*

*“Sim em algumas, principalmente nas mais complexas. Existem algumas atividades que exigem técnicas mais simples e que não compensaria estar a perder tempo a ver um filme.” (T2B)*

No entanto, dois alunos, um de cada turno, encontraram desvantagens na aplicação do recurso como estratégia didática pois valorizam a explicação do professor e a relação de interatividade proporcionada durante esse momento, nomeadamente quando são confrontados pela primeira vez com novos procedimentos técnicos e pretendem entender melhor ou estabelecer conexões com os conteúdos teóricos que lhes estão subjacentes. Os próprios alunos reconhecem uma discrepância entre a situação ideal retratada pelo vídeo e o contexto escolar de execução laboratorial, pelo que valorizam e não dispensam a interação com o professor.

*“...embora no vídeo não fosse exatamente como nós fizemos, pois tinha lá apenas uma pessoa a executar e nós éramos um grupo de três”* (aluno T2B)

*“...mas a explicação da professora é fundamental para o entendimento dos conceitos teóricos envolvidos no trabalho que só com o vídeo não seriam tão bem entendidos”* (aluno T1A).

*“Eu gosto que os professores expliquem a matéria porque gosto de ouvir e depois perceber por mim. As imagens são importantes mas durante a explicação do professor por exemplo com desenhos e esquemas, podemos ir perguntando as dúvidas, enquanto que com o filme passa sempre sem parar. Podia ver novamente mas não fazer perguntas”* (aluno T1B).

Finalmente, os alunos foram sujeitos a algumas questões que tinham como objetivo avaliar as competências adquiridas durante a realização experimental. Tanto quanto se pôde apurar, os alunos de rendimento bom e médio demonstram na entrevista melhores níveis de compreensão da atividade do que os alunos de rendimento fraco. No entanto, não era objetivo da investigação determinar em que medida a apresentação do vídeo se refletia no nível do desempenho demonstrado e, portanto, é admissível que os resultados obtidos não concorram por si mesmos para a diluição da diferença nas classificações que os alunos habitualmente obtêm. Não se detetou nenhuma discrepância significativa entre a representação pessoal das competências adquiridas e aquelas que de facto foram alcançadas, nem a nível individual, nem em função do turno de trabalho. Por exemplo, as respostas dadas pelos alunos às questões práticas e teóricas da entrevista mostraram que o grau de conhecimento adquirido se enquadrava dentro dos parâmetros demonstrados posteriormente em testes realizados sobre este assunto.

## CAPÍTULO 6 – Conclusões e Reflexões Finais

### 6.1 Conclusões

Considerou-se importante verificar quais os hábitos de visualização de vídeos, pois a familiaridade que os alunos têm com este tipo de abordagem tecnológica, facilita a aquisição das competências decorrentes da utilização de audiovisuais, uma vez que o enfoque se centra mais no conteúdo da mensagem e não tanto na novidade do método. Se o aluno é confrontado pela primeira vez com uma metodologia diferente e apelativa, de acordo com os seus padrões de distração, pode acontecer que se concentre mais na forma e menos no seu teor e, portanto, o efeito desejado não será tão acentuado.

Pelo que se apurou nesta investigação os alunos, embora familiarizados com este recurso educativo, não recorrem habitualmente à visualização de vídeos teóricos ou experimentais e apenas o fazem quando são pontualmente confrontados com esta estratégia nas aulas, ou então numa perspetiva de autoexploração e reforço de compreensão essencialmente relacionada com conteúdos práticos.

O vídeo laboratorial é encarado como um recurso demonstrativo que facilita a execução prática, reduzindo o grau de ansiedade perante a execução de técnicas laboratoriais mais complexas. Os vídeos de carácter mais teórico são encarados com facilitadores da aprendizagem, mas são pouco utilizados como recurso de auto aprendizagem.

Os resultados desta investigação sugerem que a maioria dos alunos evidencia maior preocupação com o produto do que com o processo. Os alunos, que manifestam concepções quantitativas da aprendizagem, tendem a encarar o estudo de forma mais superficial (Dart, 2001), procurando a satisfação e os resultados mais imediatos na repetição e na reprodução correta das tarefas que lhes são exigidas. Contudo, durante esta pesquisa, foi possível identificar residualmente alunos que, por apresentarem uma concepção mais centrada no processo do que nos produtos da aprendizagem, utilizam abordagens mais profundas na forma como encaram o estudo, quer a metodologia utilizada seja teórica, teórico-prática ou experimental. Estes alunos são propensos a reconhecer a sala de aula, os recursos didáticos utilizados e, embora em menor extensão, o processo investigativo como fatores preponderantes e de elevado valor intrínseco no decurso da aprendizagem, nomeadamente na aquisição de competências de resolução de problemas.

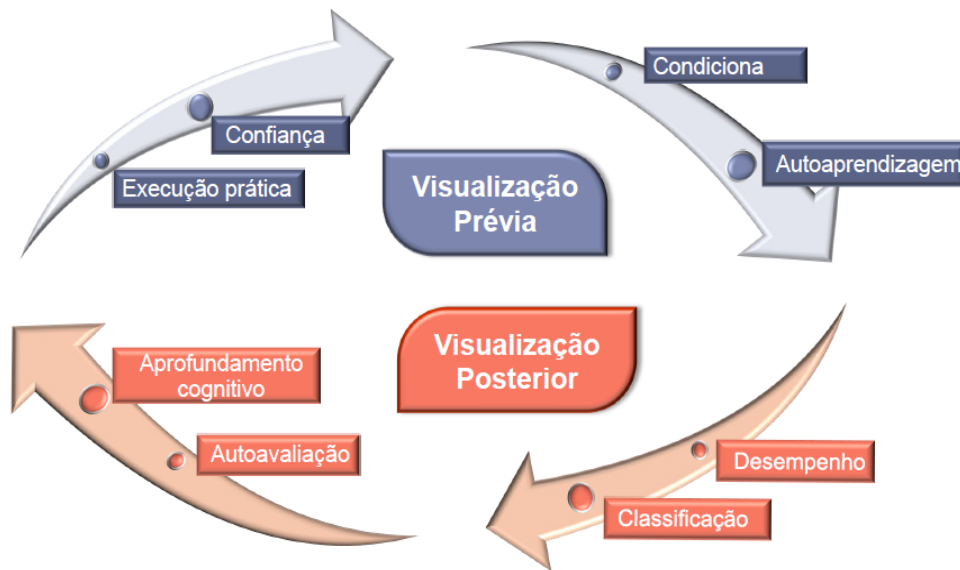
Um dos instrumentos de recolha de informações sobre as competências técnicas e teóricas adquiridas foi o guião de visualização do vídeo, cuja pertinência foi duplamente valorizada quer como critério de avaliação, quer como auxiliar de estudo. Todos os alunos valorizaram, e consideraram indispensável, o preenchimento do guião de vídeo, independentemente do momento da sua apresentação, principalmente para reforço dos aspetos mais importantes que o vídeo focava.

Os alunos reconhecem a necessidade de enfatizar e sistematizar as ideias fundamentais no processo de aprendizagem no sentido de as poderem reter e entender mais facilmente. Normalmente são muito recetivos a esquemas, resumos e destaques concernentes a assuntos novos como forma de auxiliar a memorização e de estabelecer no seu raciocínio as conexões absolutamente necessárias a uma aprendizagem eficaz e permanente. Como instrumento de exploração, o guião de visualização de vídeo revelou-se um instrumento basilar na integração pedagógica do recurso.

De facto, verificou-se que os alunos que viram o vídeo após a realização experimental, obtiveram melhores resultados no preenchimento do guião do vídeo do que os alunos que o viram previamente, embora a execução prática inicial tenha sido menos competente. O desconforto gerado pela falta de apoio prévio do vídeo ou das orientações do professor terá provocado o desejo de aliviar respostas por tentativas, ainda que não aleatórias, que se traduziram numa execução laboratorial mais desorientada e menos fundamentada. Porém, os alunos terão procurado colmatar as dificuldades sentidas através do reconhecimento e integração do erro, pois conseguiram reajustar o procedimento em função do que visualizaram posteriormente, dados os melhores resultados que mostraram no preenchimento do guião.

Conclui-se, também que o processo a que foi sujeito o turno T2 poderá induzir a ocorrência de erros que se revelam construtivos na medida em que contribuem para identificar lacunas na compreensão da tarefa e requerem, portanto, a estruturação do pensamento em termos da atuação prática.

No que concerne à questão problemática fundamental que orientou esta investigação, é importante referir que não se alcança uma conclusão absoluta sobre o momento ideal para a aplicação do vídeo laboratorial. Se, por um lado, a visualização prévia do vídeo laboratorial facilita, de forma mais imediata, a execução prática, embora condicione e restrinja a livre exploração experimental e a autoaprendizagem, por outro, a visualização posterior encoraja a autoavaliação do desempenho e promove o aprofundamento cognitivo das aprendizagens. Estas conclusões podem representar-se resumidas no esquema 6.1



Esquema 6.1 - Importância da visualização prévia versus visualização posterior

Consequentemente, a utilização do vídeo deve integrar-se numa estratégia mais alargada, pois a sua visualização, por si só, não basta. A utilização deste recurso antes ou depois da ida para o laboratório, depende dos objetivos do professor. Isto é, se pretende favorecer a estruturação laboratorial com a apresentação prévia do vídeo, ou potenciar o desenvolvimento de processos de autocrítica, monitorização de desempenhos e controlo de aprendizagem, com a apresentação posterior do vídeo.

Numa perspetiva de educação em ciência, a conjugação de diversas estratégias pedagógicas aplicadas em diferentes momentos, em detrimento de abordagens monolíticas, parece ser a melhor solução para a mobilização e desenvolvimento de competências específicas, tanto no domínio prático como no campo concetual e processual.

Uma outra constatação retirada deste estudo, e que não é despendiada de importância, relaciona-se com a comparação da força pedagógica do recurso em oposição à execução laboratorial. Os participantes reconhecem o valor intrínseco de ambas as estratégias, mas enfatizam a realização experimental em laboratório como sendo mais importante na compreensão das técnicas laboratoriais e não a consideram substituível pela visualização do vídeo. De facto, uma das possibilidades decorrentes da apresentação de um vídeo laboratorial seria em substituição da ida para o laboratório, por impossibilidade de realização da experiência devido a motivos económicos ou de segurança, contudo, nesta investigação ficou bem claro que os alunos não dispensam a execução prática, argumentando que o processo de consolidação de conteúdos técnicos e até de carácter teórico poderia ficar incompleto.

O educador deve considerar que a integração tecnológica não implica necessariamente uma substituição, e muito menos a eliminação, de outras estratégias didáticas. Consciente de que a integração pedagógica se reveste de significados diferentes e causa impactos distintos consoante o grau de desenvolvimento cognitivo dos alunos e das respetivas redes de estruturação semântica, o professor preocupar-se-á em adaptar as estratégias aos objetivos que pretende alcançar.

A exploração de problemas abertos, por exemplo, tem as vantagens já sobejamente explanadas e será tão mais facilitada quanto maior for a autonomia dos alunos em relação à construção e regulação da sua aprendizagem. Todavia, a maior parte dos alunos revela uma falta de competências a montante que dificulta até a leitura e interpretação de um protocolo experimental, pelo que, para esses, o vídeo antes da ida para o laboratório pode constituir-se um sucedâneo ao concretizar e clarificar as etapas de protocolo, principalmente em situações que envolvam técnicas mais complexas ou pouco exploradas anteriormente. Recorde-se que os alunos reconheceram menor eficácia ao vídeo para procedimentos mais simples. Alternativamente, num quadro de maior autonomia e desenvoltura técnica dos alunos, o vídeo apresentado após a execução laboratorial poderá favorecer a auto regulação da aprendizagem.

Resumindo, a apresentação prévia de um recurso educativo desta natureza favorecerá a estruturação laboratorial e será indicado para a realização de atividades laboratoriais que envolvam técnicas mais complexas. A sua apresentação posterior fomentará a monitorização do desempenho e o aprofundamento cognitivo, sendo mais indicada para atividades laboratoriais tecnicamente mais simples.

Num contexto mais alargado pode-se referir que um recurso pedagógico e o momento da sua aplicação se podem constituir como uma proposta de autorreflexão para o próprio professor, perspetivando a consciencialização do verdadeiro alcance das respetivas potencialidades.

Como nota final, será pertinente salientar que este estudo se consubstanciou numa importante orientação para a ação pedagógica do próprio investigador, não só por ter definido quais os momentos mais significativos para a introdução do recurso estudado em função de objetivos preestabelecidos, mas também por se ter constituído como uma situação reflexiva da atuação em sala de aula do próprio docente ao poder analisar criteriosamente a filmagem da execução laboratorial. Tendencialmente, na sua performance profissional, o professor tenta suprimir imediatamente as dúvidas e hesitações que os alunos apresentam decorrentes da falta de prática laboratorial e, embora inconscientemente, acaba por reduzir-lhes o espaço para a descoberta,



produzindo um efeito de dependência que se pode tornar limitativo em termos de desenvoltura técnica e do desenvolvimento de comportamentos exploratórios.

No entanto, e na dose correta, a atuação em laboratório do professor é fundamental enquanto orientador de todo o processo e como decisor em situações imprevistas, permitindo dar sequência quando ocorrem incidentes, impasses, problemas técnicos, atitudes comportamentais desviantes, ou mesmo, sendo mais ou menos interventivo em função dos diferentes estádios de desenvolvimento cognitivo individual dos alunos.

## 6.2 Limitações do estudo

As principais limitações sentidas no decorrer desta investigação relacionaram-se, por um lado, com aspetos de carácter logístico, nomeadamente a disponibilização de materiais técnicos em condições apropriadas e em número suficiente para a realização da atividade experimental e, por outro, com a gestão de tempos letivos devido ao espartilho temporal e programático resultante da realização de exames nacionais para o 11º ano. Estes factos, não sendo limitações ao estudo em si, provocaram alguma ansiedade ao professor / investigador, dada a dicotomia entre a necessidade de efetuar a investigação e a de garantir a aprendizagem efetiva sobre os assuntos tratados, independentemente do processo a que foi sujeito cada turno.

Ressalve-se que os resultados obtidos nesta investigação são válidos no contexto em que foi inserida, quer no que concerne ao tempo e ao espaço físico, quer na seleção dos participantes, todos alunos do próprio investigador, o qual também protagoniza este estudo.

O facto do investigador ser protagonista da própria investigação introduz algumas variáveis favoráveis, embora subjetivas, relacionadas com a familiaridade do ambiente de sala de aula e no à vontade com que os alunos respondem e agem. Contudo, essa aparente vantagem pode ser contraproducente na avaliação das performances escolares demonstradas pelos alunos na sequência do trabalho desenvolvido, dadas as expectativas incontornáveis que o investigador / professor possa ter relativamente ao desempenho dos seus alunos (efeito de Pigmalião).

Na planificação prévia deste estudo surgiram várias interrogações e indecisões que, se por um lado criaram obstáculos e ansiedades, por outro, propiciaram situações de desafio que por si só impulsionaram e enriqueceram o projeto inicial.

Um dos primeiros obstáculos a superar foi o modo como seriam tratados os dados recolhidos durante a investigação e a opção pelo tratamento qualitativo apenas foi abraçada plenamente quando se teve a humildade de reconhecer que em estudos sociais há sempre fatores que se nos escapam, pois a quantidade e complexidade de variáveis envolvidas é demasiado elevada, nomeadamente as peculiaridades dos próprios intervenientes.

A verificação das aprendizagens efetivamente conseguidas também foi objeto de preocupação, embora não constituísse o cerne da questão problemática em estudo. No entanto, não se conseguiu encontrar correlações significativas entre o momento de visualização do vídeo e as aprendizagens efetivamente conseguidas a partir do cruzamento de dados do rendimento em função do turno ou em função avaliação de conteúdos teóricos e práticos.

### 6.3 Propostas para futuras investigações

Como vimos, o tratamento qualitativo não demonstrou nenhuma distribuição imprevisível quanto às aprendizagens dos alunos, por isso poderia fazer sentido complementar esta investigação com um acompanhamento em paralelo de um estudo mais quantitativo, com aplicação de um pré teste e um pós teste para verificação de ganhos de aprendizagem em função do momento de visualização do vídeo laboratorial. Todavia, esse estudo também não é isento de inconvenientes devido ao fator de habituação uma vez que, tendencialmente, os dois testes são iguais.

Uma vez que, como já foi referido, o processo a que foi sujeito o turno T2 poderá induzir a estruturação do pensamento em termos da atuação prática, coloca-se a questão se estes mesmos alunos, sujeitos novamente à mesma atividade laboratorial passado algum tempo, apresentariam competências técnicas superiores às que manifestariam os alunos do primeiro turno em idênticas condições e sem nova visualização do vídeo. Embora motivador, a exploração deste desafio não se compagina no âmbito desta investigação, mas seria interessante promover a repetição da execução da mesma atividade laboratorial num momento posterior, no sentido de averiguar se ocorreriam

ganhos de aprendizagem, em termos de execução laboratorial, nos alunos que tinham sido sujeitos à visualização do vídeo apenas depois de realizarem a experiência.

A intervenção excessiva do professor poderá inibir comportamentos auto exploratórios que fomentem o processo de autoaprendizagem. Consequentemente, e como sucedâneo ao decréscimo da participação corretiva do professor, seria interessante disponibilizar as filmagens da aula experimental aos alunos, de modo a que cada um descobrisse por si próprio quais os erros cometidos e se sentisse mais particularmente envolvido no processo de ensino aprendizagem.



## Bibliografia e Sites Consultados

- Abrahão, M., (2007), *Estudos sobre o erro construtivo – uma pesquisa dialógica*. Educação RS, ano XXX, nº especial, 187 – 207.
- Almeida, A., (2001), *Educação em Ciências e Trabalho Experimental: Emergência de uma nova conceção*, in (Re)pensar o Ensino das Ciências. Ministério da Educação. Departamento de Ensino Secundário.
- Alexéev, V., (1979), *Análise Quantitativa*, Livraria Lopes da Silva – Editora, Porto.
- Amaro, A., (2006), *Utilização de vídeo digital no trabalho laboratorial em ensino da Química: uma experiência no 12º ano*, Tese de Mestrado em Química para o ensino, FCUP
- Anastas, P. T., Warner, J. C. (1998) *Green Chemistry – Theory and Practice*, Oxford Press: Oxford.
- Bassett, J., Denney, R.C., Jeffery, G.H., Mendham, J., (1986), *Voguel: análise inorgânica quantitativa*, Editora Guanabara S.A., Rio de Janeiro.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Burton, G., Holman, J., Lazonby, J., Pilling, G. Waddington, D. (2000). *Salter's Advanced Chemistry - Chemical Ideas*, 2.ª ed. Oxford: Heinemann Educational Publishers.
- Burton, G., Holman, J., Lazonby, J., Pilling, G. Waddington, D. (2000). *Salter's Advanced Chemistry - Chemical Storylines*, 2.ª ed. Oxford: Heinemann Educational Publishers.
- Carvalho, P., Sousa, A., Paiva, J., Ferreira, A.(2012), *Ensino Experimental das Ciências: um guia para professores do ensino secundário*. Física e Química., U. Porto editorial, Porto
- Costa, D., (2011), *Métricas de Avaliação da Química Verde – Aplicação no Ensino Secundário*, Tese de Doutoramento em Ensino e Divulgação das Ciências, Porto, FCUP.
- Costa, D., Ribeiro, G., Machado, A., (2012), *Uma Análise SWOT do Contexto CTSS das Atividades Laboratoriais do Ensino Secundário*, Departamento de Química e

Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Boletim da SPQ 124, p. 65-74, Jan/Mar 2012.

- Costa, L., Paiva J. (2003), *Exploration guides for educational software: are they helpful?*, Advances in technology based Education: Toward a knowledge based society, (Second International Conference on Multimedia and Information & Communication Technologies in Education, Badajoz, Espanha, 2003), 1319 - 1323
- Dantas, M., Ramalho, M., (2008), *Jogo de Partículas*, Física e Química A, Química Bloco 2 - 11º/12º Ano, Texto Editora: Lisboa
- Dart, B., Burnet, P., Lewis, G.B., Campbell, J., Smith, D., (2001), Students' Conceptions of Learning, the Classroom Environment, and Approaches to Learning, Queensland University of Technology, Australia. *The Journal of Educational Research*, Vol 83, Issue 4, p. 262- 270.
- Ferrés, J., (1994), *Vídeo e Educación*. Ediciones Paidós.
- Figueiredo, A. D., (1995). *O futuro da educação perante as novas tecnologias*. Coimbra.
- Martins, A., Martins, D., (2005), *Livro Branco da Física e da Química – Opinião dos alunos 2003*. Sociedade Portuguesa de Física, Sociedade Portuguesa de Química. Lisboa, 2005. [online] [consulta 20 - 12 - 2012] Disponível em <http://www.gazetadefisica.spf.pt/magazine/article/514/pdf>
- Morais, C., (2006), *Recursos digitais no ensino da Química: uma experiência no 7º ano de escolaridade*. Tese de Mestrado em Educação Multimédia, FCUP
- Morais, C., Paiva J.C., (2006), *Uma experiência de conceção e utilização de vídeos para introduzir o estudo da Química no ensino básico*, VIII Congresso Ibero-americano de Informática Educativa, San José, Costa Rica, 145-161, 2006. [online] [consulta 12 - 11 - 2012] Disponível em <http://www.icpaiva.net/getfile.php?cwd=curriculum/09Publicacoes/0905ArtigosConfIntern/090526Expervideosestudoquim&f=66112>
- Morais, C., Paiva J.C., (2007). *Recursos digitais no ensino básico: uma experiência com entusiasmos e constrangimentos*, in *As TIC na educação em Portugal. Conceções e práticas*. F. Costa, H. Peralta e S. Viseu (orgs.). Porto Editora: Porto.
- Morais, C., Paiva J.C., (2007). *Simulação digital e atividades experimentais em Físico-Químicas. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “Ponto de fusão e ponto de ebulição” no 7.º ano de escolaridade*. Sísifo. Revista de Ciências de

- Educação, 3, 101 – 111, 2007. [online] [consulta 12-01-2013]. Disponível em <http://sisifo.fpce.ul.pt>
- M. E., (2003); *Programa de Física e Química 10º ano – Curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias*, Ministério da Educação. Porto Editora: Porto.
- M. E., (2004); *Programa de Física e Química 11º ano – Curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias*, Ministério da Educação. Porto Editora: Porto.
- Norbis, G. (1971) - *Didáctica y estructura de los medios audiovisuales*. Editorial: Kapelusz.
- Ohlweiler, O. A., (1981), *Química Analítica Quantitativa – 3ª ed* – Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.
- Paiva, J., (2002), *As Tecnologias de Informação e Comunicação: Utilização pelos professores*, Ministério da Educação: Departamento de avaliação prospetiva e planeamento.
- Paiva, J., (2003), *As Tecnologias de Informação e Comunicação: Utilização pelos alunos*. Ministério da Educação. Departamento de Avaliação Prospetiva e Planeamento [online] [consulta 17-12-2012]. Disponível em <http://nautilus.fis.uc.pt/cec/estudo/dados/jpaiva-estudo-alunos.pdf>
- Paiva, J.C., Ferreira, A., (2008). *11Q, Física e Química A, Química Bloco 2 - 11º/12º Ano*, Texto Editora: Lisboa
- Paiva, J.C., (2012), *As novas tecnologias na escola: Reflexões gerais e contributos para a educação científica*, in *As novas tecnologias*. J. Merrienboer, S. Correia e J. Paiva. Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Perrenoud, P., (2002), *Os sistemas educativos face às desigualdades e ao insucesso escolar : uma incapacidade mesclada de cansaço*, in Duarte, J.B. (dir.), *Igualdade e Diferença. Numa escola para todos*, Lisboa, Edições Universitárias Lusófonas [online] [consulta 19-11-2012]. Disponível em [http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php\\_main/php\\_2002/2002\\_14.html](http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2002/2002_14.html)
- Ribeiro, M.G., Costa, D., Machado, A., (2010), *Uma Métrica Gráfica para a Avaliação Holística da Verdura de Reações Laboratoriais – Estrela Verde*, Química Nova, Vol 33 (3), 759-764.

Ramos, J., (2000), *El vídeo educativo*. Madrid [online][consulta 19-12-2012]. Disponível em <http://www.ice.upm.es/wps/jlbr/Documentacion/Libros/Videdu.pdf>

Santos, M. (2002), *Trabalho Experimental no Ensino das Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Simões, C., Paiva, J., (2004), *Algumas notas de Metodologia de Investigação em Educação*. Mestrado em Química para o Ensino. Porto, FCUP.

Simões, T., (2008), *Química em Contexto*, Física e Química A, Química 11º Ano, Porto Editora: Porto.

Zumdahl, S., (1989), *Chemistry*. University of Illinois. D.C. Heath and Company Lexington, Massachusetts: Toronto.

*Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals*, Fourth revised edition, United Nation, New York and Geneva, 2011. [online][consulta 02-03-2013]. Disponível em [http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_rev04/04files\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev04/04files_e.html)

#### **Endereços Internet:**

<http://www.sigmaaldrich.com/canada-english.html> - Sigma – Aldrich -[consulta 20-03-2013].

<http://www.merckmillipore.com/united-kingdom/chemicals> - Merck Millipore - [consulta 20-03-2013].

<http://pedagogiadaquimicaverde.fc.up.pt/> - Pedagogia da Química Verde – Educação para a Sustentabilidade - [consulta 20-03-2013].

[http://www.qsrinternational.com/products\\_nvivo\\_free-trial-software.aspx](http://www.qsrinternational.com/products_nvivo_free-trial-software.aspx) - QRS International - [consulta 11-06-2013].



## Anexos

## ANEXO I – PQV e Critérios de preenchimento da EV

Os Doze Princípios da Química Verde (PQV) (Costa, 2011, p. 36)

### **1 – Prevenção**

É melhor prevenir a formação de resíduos do que ter de tratá-los, depois de se terem criado, para eliminar as suas propriedades tóxicas.

### **2 – Economia atómica**

Os métodos sintéticos devem ser planificados de modo a maximizar a incorporação no produto final de todas as substâncias usadas ao longo do processo.

### **3 – Sínteses menos perigosas**

Sempre que possível, os métodos sintéticos devem ser planificados de modo a usar e produzir substâncias não tóxicas (ou pouco tóxicas) para a saúde humana e a ecossfera.

### **4 – Planificação a nível molecular de produtos mais seguros**

Os produtos químicos devem ser planificados a nível molecular de modo a cumprir as funções desejadas e a minimizar a sua toxicidade.

### **5 – Solventes e outras substâncias auxiliares mais seguras**

O uso de substâncias auxiliares (solventes, agentes para promover separações, etc) deve ser evitado sempre que possível; quando usados, esses agentes devem ser inócuos.

### **6 – Planificação para conseguir eficiência energética**

Deve-se reconhecer os impactos económicos e ambientais dos requisitos energéticos dos processos químicos e minimizá-los; quando possível, os métodos sintéticos devem ser realizados à temperatura e pressão ambientais ou próximas destas.

### **7 – Uso de matérias primas renováveis**

Sempre que for técnica e economicamente praticável, devem-se usar matérias primas e recursos renováveis de preferência a não renováveis.

### **8 – Redução das derivatizações**

Devem-se minimizar ou, se possível, evitar derivatizações (uso de grupos bloqueadores, de passos de proteção/desproteção, e de modificações temporárias na molécula para permitir processos físicos/químicos) porque tais etapas requerem reagentes adicionais e podem produzir resíduos.

### **9 – Catalisadores**

Devem-se preferir reagentes catalíticos (tão seletivos quanto possível) a reagentes estequiométricos.

### **10 – Planificação para a degradação**

Os produtos químicos devem ser planificados a nível molecular de modo que no fim do seu uso não persistam no ambiente e se decomponham em produtos de degradação inócuos.

### **11 – Análise para a prevenção da poluição em tempo real**

Deve-se procurar usar métodos analíticos que permitam monitorização direta dos processos de fabrico em tempo real e controlo precoce da formação de substâncias perigosas.

### **12 – Química inerentemente mais segura quanto à prevenção de acidentes**

As substâncias usadas e as formas da sua utilização nos processos químicos de fabrico devem minimizar o potencial de ocorrência de acidentes químicos, tais como fugas, explosões e incêndios.

Componentes e pontuações para construção das estrelas verdes (EV) (p = pontuação) (Ribeiro, 2010, p.761)

Riscos	Símbolos de Risco	Pontuação
P1 – Prevenção	Todos os resíduos são inócuos (p=1, tabela 1)	3
	Resíduos que envolvam um risco moderado para a saúde e ambiente (p=2, tabela 1, pelo menos para uma substância, sem substâncias com p=3)	2
	Formação de pelo menos um resíduo que envolva um risco elevado para a saúde e ambiente (p=3, tabela 1)	1
P2 – Economia Atómica	Reações sem reagentes em excesso (<10%) e sem formação de coprodutos	3
	Reações sem reagentes em excesso (<10%) e com formação de coprodutos	2
	Reações com reagentes em excesso (>10%) e sem formação de coprodutos	2
	Reações com reagentes em excesso (>10%) e com formação de coprodutos	1
P3 – Sínteses Menos Perigosas	Todas as substâncias envolvidas são inócuas (p=1, tabela 1)	3
	As substâncias envolvidas apresentam um risco moderado para a saúde e ambiente (p=2, tabela 1, pelo menos para uma substância, sem substâncias com p=3)	2
	Pelo menos uma das substâncias envolvidas apresenta um risco elevado para a saúde e ambiente (p=3, tabela 1)	1
P5 – Solventes e outras substâncias auxiliares mais seguras	Os solventes e as substâncias auxiliares não existem ou são inócuas (p=1, tabela 1)	3
	Os solventes e as substâncias auxiliares usadas envolvem um risco moderado para a saúde e ambiente (p=2, tabela 1, pelo menos para uma substância, sem substâncias com p=3)	2
	Pelo menos um dos solventes ou uma das substâncias auxiliares usadas envolve um risco elevado para a saúde e ambiente (p=3, tabela 1)	1
P6 – Planificação para conseguir eficiência energética	Temperatura e pressão ambientais	3
	Pressão ambiental e temperatura entre 0°C e 100°C que implique arrefecimento ou aquecimento	2
	Pressão diferente da ambiental e/ou temperatura muito afastada da ambiental	1
P7 – Uso de matérias-primas renováveis	Todos os reagentes/matérias-primas/recursos envolvidos são renováveis (p=1, tabela 3)	3
	Pelo menos um dos reagentes/matérias-primas/recursos envolvidos é renovável, não se considera a água (p=1, tabela 3)	2
	Nenhum dos reagentes/matérias-primas/recursos envolvidos é renovável, não se considera a água (p=3, tabela 3)	1
P8 – Redução das derivatizações	Não se usam derivatizações	3
	Usa-se apenas uma derivatização ou operação semelhante	2
	Usam-se várias derivatizações ou operações semelhantes	1
P9 – Catalisadores	Não se usam catalisadores ou os catalisadores são inócuos (p=1, tabela 1)	3
	Utilizam-se catalisadores que envolvem um risco moderado para a saúde e ambiente (p=2, tabela 1)	2
	Utilizam catalisadores que envolvem um risco elevado para a saúde e ambiente (p=3, tabela 1)	1
P10 – Planificação para a degradação	Todas as substâncias envolvidas são degradáveis com os produtos de degradação inócuos (p=1, tabela 3)	3
	Todas as substâncias envolvidas que não são degradáveis podem ser tratados para obter a sua degradação com os produtos de degradação inócuos (p=2, tabela 3)	2
	Pelo menos uma das substâncias envolvidas não é degradável nem pode ser tratada para obter a sua degradação com produtos de degradação inócuos (p=3, tabela 3)	1
P12 – Química inerentemente mais segura quanto à prevenção de acidentes	As substâncias envolvidas apresentam um baixo risco de acidente químico (p=1, tabela 2)	3
	As substâncias envolvidas apresentam um risco moderado de acidente químico (p=2, tabela 2, pelo menos para uma substância, sem substâncias com p=3)	2
	As substâncias envolvidas apresentam um risco elevado de acidente químico (p=3, tabela 2)	1



## ANEXO II – Planificação das Aulas para Aplicação do Recurso

1 – Preparação Pré – Laboratorial da Atividade

2 – Realização da Atividade Laboratorial

NOTA: Os recursos e alguns pontos da planificação escritos a azul relacionam-se mais diretamente com a investigação em curso e não tanto com o plano de aula.

1 - Preparação Pré – Laboratorial da Atividade			
Sumário	Objeto de ensino	Objetivos de aprendizagem	Recursos
Reações de neutralização. Volumetria ácido base. Indicadores colorimétricos. Preparação da atividade laboratorial AL 2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutralização: uma reação de ácido-base - AL 2.3</li> <li>• Volumetria de ácido-base:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ponto de equivalência e ponto final</li> <li>• Indicadores</li> <li>• Curvas de titulação de ácido forte - base forte</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar a reação entre um ácido e uma base em termos de troca protónica.</li> <li>• Interpretar uma reação entre um ácido forte e uma base forte.</li> <li>• Associar o ponto de equivalência à situação em que a reação química entre as duas soluções é completa e o ponto final de uma volumetria à situação em que se deteta experimentalmente uma variação brusca de uma propriedade física ou química da mistura reacional.</li> <li>• Reconhecer a dificuldade da determinação operacional do ponto de equivalência de uma volumetria o que justifica o recurso à deteção do ponto final da volumetria e referir alguns processos de deteção do ponto final</li> <li>• Relacionar o ponto de equivalência de uma neutralização com a seleção do indicador.</li> <li>• Reconhecer que cada indicador tem como característica uma zona de viragem que corresponde ao intervalo de pH em que se verifica a mudança de cor ácida para cor alcalina ou a situação inversa.</li> <li>• Indicar alguns dos indicadores mais vulgarmente utilizados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual adotado</li> <li>• Curvas de titulação ácido forte base forte.</li> <li>• Indicadores ácido base colorimétricos.</li> <li>• Tabela de zonas de viragem dos indicadores</li> <li>• Protocolo experimental</li> </ul>

## Desenvolvimento da Aula

- A aula inicia-se, com a escrita do sumário e a verificação das presenças, após o que se sugere uma discussão sobre a seguinte situação problema: “Numa estrada pavimentada, ocorreu o despiste de um camião que transportava ácido clorídrico concentrado. Parte da sua carga fluiu para um lago de água não poluída.” Quais as consequências e como resolver a situação?
- Após a discussão e sistematização de ideias, estabelece-se a ligação entre o estudo anteriormente realizado sobre a força relativa de ácidos e de bases e propõe-se as seguintes questões.  
  
*Como neutralizar resíduos de ácidos/bases do laboratório de Química da escola?*  
*Como identificar se os resíduos são de um ácido / base forte?*  
*Como determinar a concentração inicial em ácido?*
- A partir das respostas e sugestões dadas pelos alunos salientar a necessidade de conhecer como varia o pH de um ácido (ou de uma base) à medida que se adiciona uma base (ou um ácido) e de saber como determinar experimentalmente a concentração de um ácido (ou base)
- De seguida escrever e interpretar a equação química que ocorre entre um ácido forte e uma base forte em termos de troca protónica, salientando a proporção estequiométrica entre os reagentes e que no final teremos como produtos um sal e água.
- Explicar que uma titulação volumétrica é uma técnica laboratorial que permite determinar com rigor a concentração de um ácido ou de uma base a partir da determinação do volume gasto de uma base (ou ácido) para neutralizar um certo volume de ácido (ou base) e que se baseia na reação de neutralização apresentada entre a base e o ácido.
- Apresentar curvas de titulação ácido base, verificando como varia o pH da solução em função da adição do titulante e salientando a zona de variação brusca de pH onde se pode encontrar o ponto de equivalência que corresponde à situação em que a reação é completa e os reagentes reagem em proporções estequiométricas.
- Experimentalmente o ponto de equivalência é de difícil deteção operacional e portanto deteta-se o antes ponto final da titulação, através da variação de uma propriedade física ou química do sistema.
- Questionar se conhecem alguns processos de deteção do ponto final e referir o aparecimento ou o desaparecimento de uma turvação, a

mudança de coloração na solução ou a mudança de cor de uma substância intencionalmente adicionada designada por indicador.

- Através da análise de tabelas contendo a zona de viragem de vários indicadores, selecionar o indicador que permite determinar o ponto final da titulação de modo a que o erro experimental seja o menor possível.
- De seguida pensar e debater a questão problema, *“Como determinar a concentração de uma solução de HCl, por titulação ácido base, com uma solução padrão de NaHO?”*.
- Para responder à questão problema iremos realizar um trabalho experimental cujo objetivo será: *“Determinar a concentração de uma solução de HCl, por titulação ácido - base, com uma solução padrão de NaHO”*
- Após discussão, e dado que os alunos não possuem conhecimentos técnicos que lhes permita elaborar sozinhos um protocolo experimental adequado, deverá ser solicitado aos alunos a leitura do protocolo laboratorial proposto pelo professor com a montagem e o procedimento técnico para a realização da titulação que constitui o objetivo.
- Serão ainda colocadas e debatidas as seguintes questões pré laboratoriais:
  - *Que cuidados de segurança a ter na realização da experiência, nomeadamente na manipulação de ácidos e bases?*
  - *Usando uma pequena amostra é possível responder à questão-problema?*
  - *Porque é que a concentração do titulante (hidróxido de sódio) tem de ser rigorosamente conhecida e não deve ser preparada no laboratório da escola a partir do sólido?*
  - *Como apresentar os resultados obtidos?*
  - *Como calcular a concentração inicial em ácido?*
- Propor a resolução escrita e individual das questões colocadas e uma nova leitura do protocolo experimental como trabalho de casa.
- Durante a aula os alunos serão avaliados pela participação, interesse e empenho, bem como pela capacidade de atenção, concentração e responsabilidade no cumprimento das tarefas.



2 – Realização da Atividade Laboratorial			
Sumário	Objeto de ensino	Objetivos de aprendizagem	Recursos
Atividade laboratorial AL 2.3 – Neutralização: uma reação de ácido - base	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutralização: reações ácido-base</li> <li>• Indicadores ácido-base</li> <li>• Titulação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer o laboratório como um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação com material, equipamento, ácidos e bases.</li> <li>• Conhecer processos para neutralizar resíduos de ácidos/bases.</li> <li>• Realizar tecnicamente uma titulação.</li> <li>• Selecionar indicadores adequados à titulação entre um ácido forte e uma base forte de acordo com a zona de viragem do indicador e a variação brusca do pH na curva de titulação.</li> <li>• Identificar um ácido forte através da curva de titulação obtida usando uma base forte como titulante.</li> <li>• Determinar a concentração do titulado a partir dos resultados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolo experimental</li> <li>• Computador.</li> <li>• DataShow.</li> <li>• Vídeo – “Neutralização: uma reação ácido base”.</li> <li>• Guião de visualização do vídeo.</li> <li>• <a href="#">Máquina de filmar</a></li> </ul>

### Desenvolvimento da Aula

- A aula inicia-se, após a escrita do sumário e a verificação das presenças, questionando os alunos sobre o trabalho desenvolvido em casa de preparação da atividade laboratorial, bem como respondendo a dúvidas que possam ter surgido.

#### **Grupo 1 – Primeiro turno (14 alunos) – 5 grupos (quatro grupos de três e um de dois):**

- Verificados alguns conhecimentos dos alunos sobre o trabalho que irão executar, e salientando a necessidade de realizar com segurança e rigor todas as técnicas e procedimentos sugeridos no protocolo, distribuir o guião de visualização do vídeo “Neutralização: uma reação ácido base” e proceder à sua apresentação.
- Uma vez apresentado o vídeo solicitar aos alunos o preenchimento do guião de visualização.
- Solicitar a participação dos alunos para proceder à correção das questões presentes no guião de visualização do vídeo.
- Informar os alunos sobre o facto de irem realizar a titulação sem nenhum comentário ou ajuda do professor e que, apesar de estarem a ser observados, devem agir com naturalidade.
- Solicitar aos alunos já divididos em grupos que se dirijam às bancadas onde se encontra previamente disposto todo o material, reagentes e substâncias auxiliares necessários à realização da titulação e que iniciem a atividade experimental.
- Enquanto os alunos realizam a atividade experimental, o professor irá anotando todas as observações que julgar pertinentes sobre o comportamento dos alunos relativamente:
  - Ao cumprimento de regras de segurança pessoais e de manuseamento de reagentes e materiais.
  - À execução das técnicas envolvidas em cada uma das fases do procedimento.
  - Ao registo de resultados e observações.

**Grupo 2 – Segundo turno (13 alunos) – 5 grupos (três grupos de três e dois grupos de dois):**

- Verificados alguns conhecimentos dos alunos sobre o trabalho que irão executar o professor salientará a necessidade de realizar com segurança e rigor todas as técnicas e procedimentos sugeridos no protocolo.
- Informar os alunos sobre o facto de irem realizar a titulação sem nenhum comentário ou ajuda do professor e que, apesar de estarem a ser observados, devem agir com naturalidade.
- Solicitar aos alunos já divididos em grupos que se dirijam às bancadas onde se encontra previamente disposto todo o material, reagentes e substâncias auxiliares necessários à realização da titulação e que iniciem a atividade experimental.
- Enquanto os alunos realizam a atividade experimental, o professor irá anotando todas as observações que julgar pertinentes sobre o comportamento dos alunos relativamente:
  - Ao cumprimento de regras de segurança pessoais e de manuseamento de reagentes e materiais.
  - À execução das técnicas envolvidas em cada uma das fases do procedimento.
  - Ao registo de resultados e observações.
  - **A comportamentos de excitação, hesitação, desânimo ou euforia fora dos parâmetros normais.**
- Após a realização da atividade solicitar aos alunos que se dirijam aos respetivos lugares. Distribuir o guião de visualização do vídeo "Neutralização: uma reação ácido base" e proceder à sua apresentação.
- Uma vez apresentado o vídeo solicitar aos alunos o preenchimento do guião de visualização.
- Solicitar a participação dos alunos para proceder à correção das questões presentes no guião de visualização do vídeo.

**Para ambos os grupos:**

- No final da aula o professor solicitará a todos os alunos do 1º e do 2º turno a elaboração um documento individual e escrito de comunicação de resultados, onde devem constar os seguintes pontos:
  - Título do Trabalho – Titulação de uma solução de HCl com uma solução de NaOH, 0,1000 mol.L<sup>-1</sup>, utilizando a fenolftaleína como indicador.
  - Registo de Resultados e Observações (deve vir em forma de tabela)
  - Cálculos Efetuados (calcular a concentração da solução de ácido clorídrico, atendendo à estequiometria da reação e aos valores experimentais obtidos)
  - Conclusão e Discussão de Resultados (apresentação do valor da concentração da solução de ácido e quais as dificuldades experimentais ou erros cometidos que podem ter afetado os resultados).
  - Reflexão Final (sugerir outro processo de determinação do ponto de equivalência que envolva a construção da curva de titulação)
- O documento deverá ser redigido em casa e enviado ao professor através da página da disciplina na plataforma Moodle da escola para avaliação.

## ANEXO III – Protocolo Experimental / Advertências de Perigo

## Protocolo Experimental


### “Neutralização: uma reação ácido base”

#### Material

- ✓ Bureta de 25,00 mL
- ✓ Suporte para buretas
- ✓ Pipeta volumétrica de 10,00 mL
- ✓ Macrocontrolador ou pompete
- ✓ 2 Gobelés 250 mL e 100 mL
- ✓ Funil
- ✓ 3 Erlenmeyers de 250 mL

#### Reagentes e substâncias auxiliares

- ✓ Resíduo laboratorial – solução de ácido clorídrico  $HCl$
- ✓ Solução padrão de hidróxido de sódio –  $NaHO$  –  $0,100\ mol.L^{-1}$
- ✓ Indicador de ácido-base – Solução alcoólica de Fenolftaleína 2%

Substância	Pictograma e Palavra Sinal	Advertências de Perigo	Proteção
<b>Ácido Clorídrico</b> (solução diluída)		Solução muito diluída pelo que não é uma mistura perigosa. Regras gerais de segurança pessoal: bata e luvas	
<b>Hidróxido de Sódio</b> $NaHO$ – $0,100\ mol.L^{-1}$		Nesta concentração a solução não é uma mistura perigosa. Regras gerais de segurança pessoal: bata e luvas	
<b>Sol. Alcoólica de Fenolftaleína</b> $C_{20}H_{14}O_4$ - 2%	 Perigo	H226 – Líquido e vapor inflamáveis.  H341 – Suspeito de provocar anomalias genéticas.  H350 – Pode provocar cancro.	P201- Pedir instruções específicas antes da utilização.  P281- Usar o equipamento de proteção individual: bata, luvas e óculos  P308 + P313 - Em caso de exposição ou suspeita de exposição: consulte um médico.

---

## Protocolo Experimental

---

### ➤ Preparação das amostras de titulado

1. Introduzir uma pipeta volumétrica de 10,0 mL no macrocontrolador de forma firme mas sem forçar.
2. Mergulhar a pipeta no frasco contendo o resíduo laboratorial e enche-la, até um pouco acima do traço de referência.
3. Acertar o nível do líquido pelo traço de referência, o qual deve estar ao nível dos olhos.
4. Verter o líquido para um erlenmeyer, mantendo a pipeta na posição vertical e o erlenmeyer inclinado, de tal modo que o líquido escorra pela parede do erlenmeyer.
5. Aguardar alguns segundos no final para que o escoamento seja total.
6. Repetir esta operação mais duas vezes para obter três amostras iguais de titulado.
7. Adicionar algumas gotas de indicador a cada um dos erlenmeyers contendo titulado.

### ➤ Preparação da bureta

1. Enxaguar várias vezes um gobelé 100 mL com pequenas porções de solução titulante – hidróxido de sódio. Rejeitar essa solução para um outro gobelé de recolha de restos e encher novamente o gobelé de 100 mL.
2. Com a ajuda de um funil verter um pouco da solução titulante para bureta. Esta porção vai servir para enxaguar a bureta. Ela é colocada na horizontal de tal modo que o titulante molhe toda a parede interior.
3. Rejeitar o resíduo assim obtido para o gobelé de restos. Depois de enxaguar duas a três vezes, fechar a torneira e encher a bureta com o titulante.
4. Colocar o gobelé de restos por baixo da torneira da bureta e abri-la completamente para que o titulante corra livremente até que o bico da bureta fique completamente cheio e sem bolhas de ar.
5. Acrescentar mais titulante e acertar o volume da bureta a zero abrindo a torneira com cuidado.

**Nota:** Não é necessário encher até ao valor de 0,00 mL – conseguem-se resultados mais reprodutíveis se o volume inicial não for de 0,00 mL.

### ➤ Titulação

1. Registrar o volume inicial de titulante na bureta, atendendo aos algarismos significativos.
2. Abrir a torneira e começar a adição de titulante à solução contida no erlenmeyer com uma certa rapidez até próximo do ponto final.
3. Próximo do ponto final proceder à adição de titulante gota a gota até ocorrer a viragem do indicador que permaneça com agitação durante 30 s.
4. Registrar o volume final de titulante na bureta, atendendo aos algarismos significativos.
5. Repetir o ensaio até obtenção de três volumes concordantes (cuja diferença não seja superior a 0,1 mL).
6. Lavar de imediato a bureta com água da torneira em abundância pois o hidróxido de sódio ataca o vidro.

---



### Comunicação de resultados

---

- Elabore um documento escrito de comunicação de resultados, onde devem constar os seguintes pontos:
- **Título do Trabalho** – Titulação de uma solução de HCl com uma solução de NaOH, 0,100 mol.L<sup>-1</sup>, utilizando a fenolftaleína como indicador.
  - **Registo de Resultados e Observações** (*deve vir em forma de tabela*)
  - **Cálculos Efetuados** (*calcular a concentração da solução de ácido clorídrico, atendendo à estequiometria da reação e aos valores experimentais obtidos*)
  - **Conclusão e Discussão de Resultados** (*apresentação do valor da concentração da solução de ácido e quais as dificuldades experimentais ou erros cometidos que podem ter afetado os resultados*).
  - **Reflexão Final** (*sugerir outro processo de determinação do ponto de equivalência mais rigoroso e que envolva a construção da curva de titulação*).



Advertências de Perigo, proteção e eliminação de resíduos relativos a algumas substâncias utilizadas em volumetria de neutralização ácido forte – base forte.

Substância	Pictograma e Palavra Sinal	Advertências de Perigo / Proteção	Eliminação de Resíduos
<b>Ácido Clorídrico</b> $HCl - 0,1 \text{ mol. L}^{-1}$	Não é uma substância ou mistura perigosa de acordo com o Regulamento (CE) N.º. 1272/2008.		<b>Produto</b> - Entrega de soluções excedentes e não recicláveis a uma empresa idónea de tratamento de resíduos. <b>Embalagens contaminadas</b> - Eliminar como produto Não utilizado.
<b>Ácido Sulfúrico</b> $H_2SO_4 - 0,050 \text{ mol. L}^{-1}$	 Atenção	H315 H319  P305 P351 P338	<b>Produto</b> - Entrega de soluções excedentes e não recicláveis a uma empresa idónea de tratamento de resíduos. <b>Embalagens contaminadas</b> - Eliminar como produto Não utilizado.
<b>Hidróxido de Sódio</b> $NaHO - 0,100 \text{ mol. L}^{-1}$	Não é uma substância ou mistura perigosa de acordo com o Regulamento (CE) N.º. 1272/2008.		<b>Produto</b> - Entrega de soluções excedentes e não recicláveis a uma empresa idónea de tratamento de resíduos. <b>Embalagens contaminadas</b> - Eliminar como produto Não utilizado.
<b>Sol. Vermelho de Metilo</b> $C_{15}H_{15}N_3O_2$	Não é uma substância ou mistura perigosa de acordo com o Regulamento (CE) N.º. 1272/2008.		<b>Produto</b> - Entrega de soluções excedentes e não recicláveis a uma empresa idónea de tratamento de resíduos. <b>Embalagens contaminadas</b> - Eliminar como produto Não utilizado.
<b>Sol. Alcoólica de Fenolftaleína</b> $C_{20}H_{14}O_4 - 2\%$	 Perigo	H226 H341 H350  P201 P281  P308 + P313	<b>Produto</b> - Entrega de soluções excedentes e não recicláveis a uma empresa idónea de tratamento de resíduos. Dissolver ou misturar o material com um solvente combustível e queimar em incinerador químico equipado com pós-combustor e purificador de gases. <b>Embalagens contaminadas</b> - Eliminar como produto Não utilizado.

Informações retiradas de: <http://www.sigmaaldrich.com/canada-english.html> e <http://www.merckmillipore.com/united-kingdom/chemicals>  
Elaborado de acordo com o Regulamento CE nº 1272/2008

Legenda:

H226 Líquido e vapor inflamáveis.  
H315 Provoca irritação cutânea.  
H319 Provoca irritação ocular grave.  
H341 Suspeito de provocar anomalias genéticas.  
H350 Pode provocar cancro.

P201 Pedir instruções específicas antes da utilização.  
P281 Usar o equipamento de proteção individual exigido.  
P305 + P351 + P338 Se entrar em contato com os olhos: enxaguar cuidadosamente com água durante vários minutos. Se usar lentes de contacto, retire-as, se tal lhe for possível. Continuar a enxaguar.  
P308 + P313 Em caso de exposição ou suspeita de exposição: consulte um médico.

## ANEXO IV – Autorização de Encarregados de Educação

Exº Srº Encarregado de Educação

No âmbito de um projeto de investigação educacional sobre a pertinência da utilização do vídeo laboratorial na aprendizagem dos alunos a decorrer na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, venho solicitar a sua autorização para captar imagens durante uma aula laboratorial de Física e Química A na turma do 11º E.

As imagens recolhidas serão meramente utilizadas para fins académicos e não serão publicamente divulgadas.

Antecipadamente grata pela vossa compreensão,

Paredes, 24 de Abril, 2013

A professora de Física e Química

---

(Helena Sepúlveda Moreira)

Eu, \_\_\_\_\_, encarregado de educação do aluno \_\_\_\_\_, autorizo a captação de imagens para fins de investigação académica durante uma aula laboratorial de FQA.

Assinatura do encarregado de Educação: \_\_\_\_\_

## ANEXO V - Guião de Visualização do Vídeo

## Guião de Visualização do Vídeo “Neutralização: uma reação ácido base”

### Após visualizar atentamente o vídeo responda às seguintes questões

1. Nesta titulação utiliza-se uma substância cuja concentração pretendemos determinar e outra de concentração rigorosamente conhecida. Indique qual a substância que foi utilizada:
  - 1.1 Como titulado. \_\_\_\_\_
  - 1.2 Como titulante. \_\_\_\_\_
  
2. O volume de titulado deve ser medido rigorosamente.
  - 2.1 Indique que material deve usar para medir o volume de titulado. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  - 2.2 Refira como se deve acertar o volume de titulado medido. \_\_\_\_\_
  
3. De seguida coloca-se em cada uma das tomas de titulado, umas gotas de indicador. Explique qual a utilidade desta substância na determinação do ponto final da titulação. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
4. Refira qual a forma correta de encher e acertar a bureta com a solução titulante após a sua lavagem.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. O titulante vai sendo adicionado ao erlenmeyer mantendo uma agitação constante.
- 5.1 Indique qual a alteração que ocorre na mistura quando se está próximo do ponto final da titulação. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 5.2 Refira como deve ser adicionado o titulante próximo do ponto final. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 5.3 Indique que cuidado deve ter quando se verifica pela primeira vez a mudança de cor do indicador \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 5.4 A realização de vários ensaios diminui o erro na determinação do volume de titulante. Indique qual deverá ser o máximo desvio absoluto entre o volume obtido de titulante para os vários ensaios. \_\_\_\_\_
6. O ponto de equivalência corresponde à situação em que a reação é completa e estequiométrica. Na prática é muito difícil de detetar e por isso experimentalmente encontra-se o ponto final da titulação.
- 6.1 Complete a seguinte frase relativamente à titulação visualizada:  
“O caráter químico da solução contida do erlenmeyer antes de atingir o ponto de equivalência é \_\_\_\_\_; no ponto de equivalência torna-se \_\_\_\_\_ e após passar o ponto de equivalência, se se continuasse a adicionar titulante, a solução seria \_\_\_\_\_.”
- 6.2 Indique qual o critério de seleção do indicador que permite minimizar o erro de titulação resultante da diferença entre o ponto de equivalência e o ponto final.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 6.3 Explique qual a necessidade de obter o volume de base necessário para neutralizar o ácido \_\_\_\_\_



## ANEXO VI – Grelha de observação da aula laboratorial





## ANEXO VII - Guião de Entrevista

## Guião de Entrevista

### O vídeo na atividade laboratorial: “Neutralização: uma reação ácido base”

---

#### Caraterização dos alunos entrevistados:

Os entrevistados são alunos do 11º ano da turma E que frequentam a disciplina de Física e Química - A na Escola Secundária de Paredes.

Todos os alunos foram informados sobre os objetivos da entrevista e sobre a forma e altura em que esta iria decorrer:

- Para o primeiro grupo de entrevistados, após a visualização do filme sobre a atividade experimental e a posterior execução prática.
- Para o segundo grupo de entrevistados, após a execução prática da atividade e a sequente visualização do filme.

---

#### 1ª Parte

##### Objetivos:

- ✓ Identificar o sujeito sob o ponto de vista das suas caraterísticas.
  - ✓ Compreender qual a contribuição da visualização do filme sobre a atividade experimental na motivação e no gosto pela aprendizagem em Química.
  - ✓ Compreender qual a contribuição da visualização do filme sobre a atividade experimental na aprendizagem das técnicas laboratoriais envolvidas e no desenvolvimento de competências cognitivas.
  - ✓ Compreender qual o impacto do momento da visualização do vídeo.
  - ✓ Procurar falhas na interpretação ou na execução dos processos laboratoriais.
  - ✓ Detetar dúvidas ou dificuldades que possam ter surgido durante qualquer uma das etapas do processo
-

---

**Questões:**

1. A utilização de vídeos didáticos é um processo cada vez mais utilizado na ajuda da compreensão de certos temas. Gostas de ver filmes didáticos? Em que local costumavas assistir?
  2. É habitual a visualização de filmes durante as aulas teóricas? De que disciplinas?
  3. É habitual a visualização de filmes sobre atividades experimentais durante as aulas práticas?
  4. A apresentação do vídeo sobre a atividade laboratorial fez-te compreender melhor e ajudou-te a tirar as dúvidas que tinhas sobre o tema da neutralização ácido base? Quais os aspetos que gostarias de salientar?
  5. Consideras importante a execução prática laboratorial para o entendimento do tema da neutralização?
  6. A apresentação do vídeo sobre a atividade laboratorial fez-te compreender melhor e ajudou-te a tirar as dúvidas que tinhas sobre as técnicas laboratoriais envolvidas numa titulação ácido base? Quais os aspetos que gostarias de salientar?
  7. Consideras importante a execução prática laboratorial para o entendimento das técnicas laboratoriais envolvidas numa titulação ácido base?
  8. Consideras que o guião de visualização do filme contribuiu para salientar assimilar e os aspetos mais relevantes ou seria dispensável?
  9. *(Esta questão deverá ser colocada de acordo com o grupo a que o entrevistado pertence):*
    - 9.1 *(grupo 1)* – Consideras que seria importante assistir ao filme novamente após a realização da atividade experimental? Porquê?
    - 9.2 *(grupo 2)* – Consideras que mais seria importante assistir ao filme antes da realização da atividade laboratorial? Porquê?
  10. Qual das estratégias consideras mais importante para a compreensão dos conteúdos teóricos: a visualização do filme ou a execução prática da titulação?
  11. Qual das estratégias consideras mais importante para a compreensão das técnicas laboratoriais: a visualização do filme ou a execução prática da titulação?
  12. No final de todo o processo, consideras que a visualização do filme contribuiu para aumentar o gosto pelo estudo desta atividade e dos conceitos envolvidos?
-

## 2ª Parte

### Objetivos:

- ✓ Recolher opiniões sobre a forma como decorreu a aplicação do processo.
  - ✓ Recolher propostas para aperfeiçoar a estratégia didática usando o vídeo educativo.
  - ✓ Recolher propostas para aperfeiçoar o recurso didático utilizado
- 

### Questões:

1. Qual a tua opinião sobre a forma como decorreu apresentação deste tema da neutralização ácido base? Quais os aspetos positivos e negativos que gostarias de salientar?
  2. Sobre o vídeo, haveria algum aspeto que gostarias de alterar em termos técnicos ou de conteúdo?
  3. Que sugestões propões para melhorar a estratégia aplicada na leção deste tema?
  4. Gostarias de repetir a estratégia com outros temas que envolvam atividades experimentais?
  5. Na tua opinião, o que poderia acontecer se te pedissem muitas vezes para ver vídeos laboratoriais semelhantes a este? Seria interessante ou aborrecido?
  6. Gostarias de acrescentar alguma informação ou sugestão?
-

### 3ª Parte

#### Objetivos:

- ✓ Verificar se a aprendizagem dos conteúdos foi realmente favorecida com a apresentação do vídeo.
  - ✓ Verificar se a aprendizagem das técnicas laboratoriais foi realmente favorecida com a apresentação do vídeo.
- 

#### Questões:

1. Que cuidados de segurança deverás ter no manuseamento de ácidos e de bases em laboratório?
  2. Porque razão a concentração do titulante (hidróxido de sódio) tem de ser rigorosamente conhecida?
  3. Qual a propriedade química que varia durante a titulação à medida que se adiciona o titulante?
  4. Durante a titulação, antes de atingir o ponto de equivalência, qual o caráter químico da solução a titular? E se o titulante fosse um ácido forte?
  5. Teoricamente o que acontece quando se atinge o ponto de equivalência?
  6. Como se pode detetar experimentalmente o ponto final da titulação?
  7. Qual o critério usado para a escolha do indicador?
  8. Porque motivo deve haver o cuidado de lavar bem a bureta imediatamente após a sua utilização com hidróxido de sódio?
  9. Como se pode calcular a concentração inicial do ácido a partir da realização da titulação?
  10. Como se pode identificar se os resíduos do laboratório de química da escola são de um ácido ou uma base forte?
  11. Como se pode neutralizar esses resíduos de ácidos (ou de bases)?
- 

Muito obrigada pela tua colaboração!



Todas as correções determinadas  
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

